

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 100 45 175 A 1**

(5) Int. Cl. 7:
F 28 D 1/00
F 28 D 1/04
F 28 F 1/02

(30) Unionspriorität:

11-261457	16. 09. 1999	JP
00-9646	19. 01. 2000	JP
00-143202	16. 05. 2000	JP
00-143203	16. 05. 2000	JP
00-214570	14. 07. 2000	JP
00-214900	14. 07. 2000	JP

(12) Erfinder:

Kawachi, Norihide, Kariya, Aichi, JP; Yamamoto, Ken, Kariya, Aichi, JP; Okinotani, Takeshi, Kariya, Aichi, JP; Kouga, Toshiya, Kariya, Aichi, JP; Imai, Toshihiro, Kariya, Aichi, JP; Baba, Norimasa, Kariya, Aichi, JP; Kobayakawa, Tomoaki, Kariya, Aichi, JP; Kusakari, Kazutoshi, Kariya, Aichi, JP; Saikawa, Michiyuki, Kariya, Aichi, JP

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP; Tokyo Electric Power Co., Tokio/Tokyo, JP; Central Research Institute of Electric Power Industry, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Wärmetauscher und Verfahren zur Herstellung desselben

(55) Ein Wärmetauscher besitzt ein erstes Röhrchen, in dem Wasser strömt, und ein zweites Röhrchen, in dem ein Kühl- bzw. Kältemittel strömt, und führt einen Wärmeaustausch zwischen Wasser und dem Kühl- bzw. Kältemittel durch. Das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen sind im Wege einer Verlötzung an ihren Verbindungsflächen derart miteinander verbunden, dass die Wasserströmung die Strömung des Kühl- bzw. Kältemittels rechtwinklig kreuzt. Die Verbindungsfläche des ersten Röhrchens ist durch Vertiefungen in mehrere Flächenbereiche aufgeteilt. Entsprechend kann die Verbindungsfläche des ersten Röhrchens mit der Verbindungsfläche des zweiten Röhrchens gleichmäßig verlötet werden.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher mit zwei Arten von Röhrchen, die je miteinander verbunden sind, zur Durchführung eines Wärmeaustauschs zwischen Fluida, die jeweils in den Röhrchen strömen, und ein Verfahren zur Herstellung derselben.

JP-A-5-196 377 schlägt einen Wärmetauscher mit zwei flachen Röhrchen vor, die jeweils mehrere Fluidkanäle in ihrem Inneren aufweisen und je durch Verlöten oder Verschweißen in ihrer Längsrichtung thermisch miteinander verbunden sind. In diesem Wärmetauscher wird Wärme von dem Fluid, beispielsweise von einem Kühl- bzw. Kältemittel), das in einem der Röhrchen strömt, an das Fluid (beispielsweise an Wasser) übertragen, das in dem anderen Röhrchen strömt.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Wärmetauscher mit zwei Röhrchen zur Durchführung eines Wärmeaustauschs zwischen Fluida, die dort hindurch strömen, mit hoher Wärmeaustausch-Effizienz zu schaffen.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung besitzt ein Wärmetauscher ein erstes Röhrchen, das in seinem Inneren einen ersten Fluidkanal, in dem ein erstes Fluid strömt, begrenzt bzw. bildet, und ein zweites Röhrchen, das das erste Röhrchen berührt und in seinem Inneren einen zweiten Fluidkanal, in dem ein zweites Fluid strömt, begrenzt bzw. bildet. Das erste Röhrchen besitzt eine erste Verbindungsfläche, die mit einer zweiten Verbindungsfläche des zweiten Röhrchens verlötet ist. An der ersten Verbindungsfläche ist eine Vertiefung vorgesehen, um die erste Verbindungsfläche in mindestens zwei Bereiche derart zu unterteilen, dass die erste Verbindungsfläche mit der zweiten Verbindungsfläche an den Bereichen mit Ausnahme der Vertiefung verlötet ist. Entsprechend können die erste Verbindungsfläche und die zweite Verbindungsfläche gleichmäßig miteinander verlötet sein, ohne große Hohlräume zwischen einander zu bilden. Dies verhindert eine Beeinträchtigung der Wärmeaustausch-Effizienz des Wärmetauschers.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung besteht das erste Röhrchen aus einer Vielzahl von ersten Röhrchen-Körpern, die parallel zueinander derart angeordnet sind, dass das erste Fluid in der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper entlang eines serpentinenförmigen Wegs strömt und dass das erste Fluid in jedem der Vielzahl der Röhrchen-Körper in einer ersten Fluid-Richtung etwa rechtwinklig zu einer zweiten Fluid-Richtung strömt, in der das zweite Fluid in dem zweiten Röhrchen strömt.

In bevorzugter Weise ist die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper in einer Richtung rechtwinklig zu der Längsrichtung derselben und rechtwinklig zu der Längsrichtung des zweiten Röhrchens angeordnet. In bevorzugter Weise ist das zweite Röhrchen mäanderförmig ausgebildet, um sich in der Richtung zu erstrecken, in der die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper angeordnet ist, und um eine Vielzahl von zweiten Röhrchen-Bereichen, sie sich je in der Richtung des zweiten Fluids erstrecken, zu besitzen, dies derart, dass das zweite Fluid in jedem Bereich der Vielzahl von Röhrchen-Bereichen in der zweiten Fluid-Richtung strömt, um einen serpentinenförmigen Weg zu bilden.

Entsprechend können das erste Fluid, das in dem ersten Röhrchen strömt, und das zweite Fluid, das in dem zweiten Röhrchen strömt, wirksam einen Wärmeaustausch zwischen einander erfahren. Ferner kann der Wärmetauscher mit einer kompakten Größe ausgestattet sein.

Weitere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich leichter und deutlicher aus einem besseren Verständnis der bevorzugten Ausführungsformen, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeich-

nungen beschrieben werden, in denen zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht mit der Darstellung der Kontur eines Heißwasser-Zuführungssystems bei einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein schematisches Bild mit der Darstellung des Heißwasser-Zuführungssystems bei der ersten Ausführungsform;

Fig. 3A eine Seitenansicht mit der Darstellung eines Wasser-Wärmetauschers bei der ersten Ausführungsform;

Fig. 3B eine Vorderansicht mit der Darstellung des in Fig. 3A dargestellten Wasser-Wärmetauschers;

Fig. 4A eine Schnittansicht mit der Darstellung eines Prototyp-Röhrchens des Wasser-Wärmetauschers;

Fig. 4B eine Schnittansicht mit der Darstellung eines Röhrchens des Wasser-Wärmetauschers gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 5A eine schematische Ansicht mit der Darstellung eines ersten Röhrchens vor dem Pressen bei einer zweiten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 5B eine vergrößerte Schnittansicht mit der Darstellung eines mittels eines Pfeils VB in Fig. 5A bezeichneten Teils;

Fig. 6A eine Schnittansicht mit der Darstellung des ersten Röhrchens nach dem Pressen bei der zweiten Ausführungsform;

Fig. 6B eine vergrößerte Schnittansicht mit der Darstellung eines mittels des Pfeils VIB in Fig. 6A dargestellten Teils;

Fig. 7 eine Schnittansicht mit der Darstellung von Röhrchen des Wärmetauschers bei einer dritten bevorzugten Ausführungsform entlang einer der Linie VII-VII in Fig. 3A entsprechenden Linie;

Fig. 8A bis 8D Schnittansichten von Kapillarröhrchen als Modifikationen der dritten Ausführungsform;

Fig. 9A eine Anordnung des Wärmetauschers bei einem Heißwasser-Zuführungssystem als ein Vergleichsbeispiel einer vierten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 9B und 9C Anordnungen des Wärmetauschers bei einem Heißwasser-Zuführungssystem bei der vierten Ausführungsform;

Fig. 10 eine Vorderansicht mit der Darstellung eines Wärmetauschers bei einer fünften bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 11 einer Ansicht der rechten Seite mit der Darstellung des in Fig. 10 dargestellten Wärmetauschers;

Fig. 12 eine Schnittansicht mit der Darstellung eines Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens des Wärmetauschers bei der fünften Ausführungsform;

Fig. 13 eine Schnittansicht mit der teilweisen Darstellung eines Röhrchenteils des Wärmetauschers bei der fünften Ausführungsform;

Fig. 14 eine schematische Ansicht mit der Darstellung des parallelen Segmentbereichs einer inneren Rippe bei der fünften Ausführungsform;

Fig. 15 eine schematische Ansicht mit der Darstellung des rechtwinkligen Segmentbereichs einer inneren Rippe bei der fünften Ausführungsform;

Fig. 16 eine vergrößerte Schnittansicht mit der Darstellung des Wasserröhrchen-Sammelbehälters des Wärmetauschers und seiner Umgebung bei der fünften Ausführungsform;

Fig. 17 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Strömungsgeschwindigkeit von Wasser und dem Wärme-Übertragungskoeffizienten;

Fig. 18 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Strömungsgeschwindigkeit von Wasser und dem Druckverlust;

Fig. 19 eine vergrößerte Schnittansicht mit der Darstellung von Wasserröhren-Sammelbehältern und der Abstutzkonsole des Wärmetauschers gemäß einer sechsten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 20 eine Schnittansicht mit der Darstellung der Abstutzkonsole des Wärmetauschers bei der sechsten Ausführungsform;

Fig. 21 eine Schnittansicht mit der Darstellung eines Röhrchenteils und der Verstärkungsplatte des Wärmetauschers gemäß einer siebten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 22 eine Seitenansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers gemäß einer achten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 23 eine schematische Ansicht mit der Darstellung von Segmenten der inneren Rippe bei einer ersten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 24 eine schematische Ansicht mit der Darstellung von Segmenten einer versetzten Rippe;

Fig. 25 eine schematische Ansicht mit der Darstellung von Segmenten der versetzten Rippe bei einer zweiten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 26 eine schematische Ansicht mit der Darstellung der inneren Rippe bei Betrachtung von der oberen Seite der Wasserströmung bei der zweiten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 27 eine Ansicht von oben mit der Darstellung der inneren Rippe bei der zweiten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 28 eine Seitenansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers bei einer dritten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 29 eine Seitenansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers bei der dritten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 30 eine vergrößerte Ansicht mit der Darstellung des Verbindungsbereichs des Wärmetauschers bei einer vierten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 31 eine vergrößerte Ansicht mit der Darstellung des Verbindungsbereichs des Wärmetauschers bei der vierten modifizierten Ausführungsform;

Fig. 32 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Hauptaufbaus des Wärmetauschers gemäß einer neunten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 33A eine Draufsicht mit der Darstellung des Gesamtaufbaus des Wärmetauschers bei der neunten Ausführungsform;

Fig. 33B eine Vorderansicht mit der Darstellung des Gesamtaufbaus des Wärmetauschers bei der neunten Ausführungsform;

Fig. 34A und **34B** Schnittansichten mit der Darstellung von Teilen zur Bildung des Röhrchens für den Wärmetauscher bei einer zehnten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 34C eine Schnittansicht mit der Darstellung des Röhrchens bei der zehnten Ausführungsform;

Fig. 35A eine Schnittansicht mit der Darstellung von Teilen zur Bildung des Röhrchens für den Wärmetauscher bei einer elften bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 35B eine Schnittansicht mit der Darstellung des Röhrchens bei der elften Ausführungsform;

Fig. 36 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Hauptteils des Wärmetauschers bei einer zwölften bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 37A eine perspektivische Ansicht mit der Darstellung des Röhrchens für den Wärmetauscher bei der zwölften Ausführungsform;

Fig. 37B eine Schnittansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers bei der zwölften Ausführungsform;

Fig. 38A eine perspektivische Ansicht mit der Darstellung des Röhrchens für den Wärmetauscher einer dreizehn-

ten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 38B eine Schnittansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers bei der dreizehnten Ausführungsform;

Fig. 39A eine perspektivische Ansicht mit der Darstellung des Röhrchens für den Wärmetauscher bei einer vierzehnten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 39B eine Schnittansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers bei der vierzehnten Ausführungsform;

Fig. 40 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Hauptteils des Wärmetauschers bei einer fünfzehnten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 41 eine Draufsicht mit der Darstellung des Gesamtaufbaus des Wärmetauschers bei der fünfzehnten Ausführungsform;

Fig. 42 eine Vorderansicht mit der Darstellung des Gesamtaufbaus des Wärmetauschers bei der fünfzehnten Ausführungsform;

Fig. 43 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Hauptteils des Wärmetauschers bei einer sechzehnten bevorzugten Ausführungsform; und

Fig. 44 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Hauptteils des Wärmetauschers bei einer siebzehnten bevorzugten Ausführungsform.

Erste Ausführungsform

Bei der ersten bevorzugten Ausführungsform findet der Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Erfindung bei einem häuslichen Heißwasser-Zuführungssystem Anwendung. **Fig. 1** ist eine zeichnerische Darstellung des Äußeren des Heißwasser-Zuführungssystems 100, und **Fig. 2** ist eine schematische Ansicht des Heißwasser-Zuführungssystems 100.

In **Fig. 2** bezeichnet das Bezeichnungszeichen 200 einen überkritischen Wärmepumpen-Zyklus (nachfolgend bezeichnet als Wärmepumpe) (der mittels strichpunktierter Linien mit zwei Punkten umgebende Teil) zum Erhitzen von Wasser (Brauchwasser) zur Erzeugung von Heißwasser mit einer hohen Temperatur (bei der vorliegenden Erfindung von etwa 85°C). Der überkritische Wärmepumpen-Zyklus ist ein Wärmepumpen-Zyklus, bei dem der Druck des Kühl- bzw. Kältemittels einen kritischen Druck auf der Hochdruckseite überschreitet. Die Wärmepumpe verwendet ein Kühl- bzw. Kältemittel, beispielsweise Kohlenstoffdioxid, Ethylen, Ethan oder Stickstoffoxid. Mehrere thermische Isolationsbehälter 300 zur Speicherung von Heißwasser, das mittels der Wärmepumpe 200 erhitzt worden ist, sind parallel zu der Strömung des Heißwassers (des zuzuführenden Heißwassers) vorgesehen.

Die Wärmepumpe 200 besitzt einen Kompressor 210 zum Komprimieren des Kühl- bzw. Kältemittels (bei der vorliegenden Erfindung des Kohlenstoffdioxids) und einen Wasser-Wärmetauscher (Gaskühler) 220 zur Durchführung eines Wärmeaustauschs zwischen dem Kühl- bzw. Kältemittel, das von dem Kompressor 210 aus abgegeben wird, und zugeführtem Wasser. Der Kompressor 210 ist ein elektrisch angetriebener Kompressor, der integral aus einer Kompressionseinheit (nicht dargestellt) zum Ansaugen und Komprimieren von Kühl- und Kältemittel und einem Elektromotor (nicht dargestellt) zum Antrieb der Kompressionseinheit besteht. Der Wasser-Wärmetauscher ist ein Wärmetauscher, bei dem die vorliegende Erfindung bei der vorliegenden Ausführungsform Anwendung findet.

Insbesondere ist, wie in **Fig. 3A** und **3B** dargestellt ist, der Wärmetauscher 220 ein Gegenstrom-Wärmetauscher, der derart gestaltet ist, dass die Strömung von Wasser (des zugeführten Wassers), das in einem ersten Röhrchen 221 strömt, der Strömung von Kühl- bzw. Kältemittel entgegengesetzt

ist, das in mehreren zweiten Röhrchen 222 strömt, die mit dem ersten Röhrchen 221 in Berührung stehend angeordnet sind. Das Wasser wird dem ersten Röhrchen 221 von einem Rohr 223 aus zugeführt, strömt in dem ersten Röhrchen 221 und wird mittels eines Rohrs 224 gesammelt. Der Kühl- bzw. Kältemittel wird in mehrere zweite Röhrchen 222 mittels eines ersten Speicherbehälters 225 verteilt, strömt in den zweiten Röhrchen 222 und wird mittels eines zweiten Sammelbehälters 226 gesammelt.

Wie in Fig. 4B dargestellt ist, sind das erste Röhrchen 221 und die zweiten Röhrchen flach. Das erste Röhrchen 221 besteht aus aus Kupfer hergestellten Plattenelementen 221b, 221c und aus einer aus Kupfer hergestellten gewellten inneren Rippe 221a, die zwischen den Plattenelementen 221b, 221c eingesetzt ist. Eine Fläche des Plattenelements 221c ist mit rostfreiem Stahl bzw. Edelstahl beschichtet. Die innere Rippe 221a und die Plattenelemente 221b, 221c sind einstückig miteinander verlötet. Jedes der zweiten Röhrchen 222 ist aus Aluminium hergestellt und im Wege der Extrusion oder des Ziehens ausgebildet. Die Röhrchen 221 und 222 sind im Wege des Verlötns derart miteinander verbunden, dass ihre Längsrichtungen einander entsprechen.

Nebenbei bemerkt besitzt unter neuerlicher Bezugnahme auf Fig. 2 die Wärmepumpe 200 ein elektrisches Expansionsventil (eine Druckreduzierungseinrichtung) 230 zum Dekomprimieren des Kühl- bzw. Kältemittels, das von dem Wasser-Wärmetauscher 220 abgegeben wird, einen Verdampfer 240, damit das Kühl- bzw. Kältemittel, das von dem Expansionsventil 230 abgegeben worden ist, Wärme aus Umgebungsluft durch Verdampfen des Kühl- bzw. Kältemittels absorbiert, und einen Akkumulator bzw. Sammelbehälter 250, der an der Ansaugseite des Kompressors 210 vorgesehen ist. Der Akkumulator 250 teilt das Kühl- bzw. Kältemittel, das von dem Verdampfer 240 aus abgegeben wird, in gasförmiges Kühl- bzw. Kältemittel und in flüssiges Kühl- bzw. Kältemittel auf, führt das gasförmige Kühl- bzw. Kältemittel in den Kompressor 210 ein und sammelt in seinem Inneren überschüssiges Kühl- bzw. Kältemittel für die Wärmepumpe 200. Die Wärmepumpe 200 besitzt weiter ein Gebläse (ein die Luftpumpe regelndes Element) zum Regeln der Menge der in Richtung zu dem Verdampfer 240 hin geblasenen Luft (Außenluft). Eine elektronische Regeleinheit (ECU) 270 regelt das Gebläse 260, den Kompressor 210 und das Expansionsventil 230 auf der Grundlage von Feststellungssignalen verschiedener weiter unten beschriebener Sensoren.

Zur Feststellung der Temperatur des Kühl- bzw. Kältemittels, das von dem Wasser-Wärmetauscher 220 abgegeben wird, ist ein Kühl- bzw. Kältemittel-Temperatursensor 271 vorgesehen, und zur Feststellung der Temperatur des Wassers, das in den Wasser-Wärmetauscher 220 einströmt, ist ein erster Wasser-Temperatursensor 272 vorgesehen. Zur Feststellung des Drucks des Kühl- bzw. Kältemittels (des Drucks des Kühl- bzw. Kältemittels an Hochdruckseite), das von dem Wasser-Wärmetauscher 220 abgegeben wird, ist ein Kühl- bzw. Kältemittel-Drucksensor 273 vorgesehen. Zur Feststellung der Temperatur des Wassers, das von dem Wasser-Wärmetauscher 220 abgegeben wird, ist ein zweiter Wasser-Temperatursensor 274 vorgesehen. Die Feststellungssignale der Sensoren 271 bis 274 werden in die ECU 270 eingegeben.

Hierbei ist der Druck des Kühl- bzw. Kältemittels auf der Hochdrucksseite der Druck des Kühl- bzw. Kältemittels, das in einem Kühl- bzw. Kältemittelkanal strömt, der sich zwischen der Abgabeseite des Kompressors 210 und der Einlassseite des Expansionsventil 230 erstreckt, und etwa gleich dem Abgabedruck des Kompressors 210 (Innendruck des Wasser-Wärmetauscher 220). Andererseits ist der Druck

des Kühl- bzw. Kältemittels auf der Niederdruckseite der Druck des Kühl- bzw. Kältemittels, das in einem Kühl- bzw. Kältemittelkanal strömt, der sich zwischen der Auslassseite des Expansionsventils 230 und der Ansaugseite des Kompressors 210 erstreckt, und etwa gleich dem Ansaugdruck des Kompressors 210 (Innendruck des Verdampfers 240).

Zum Zuführen (Umlauenlassen) von Wasser zu dem Wasser-Wärmetauscher 220, wobei die Menge des Wassers geregelt wird, ist weiter eine elektrisch angetriebene Wasserpumpe 400 vorgesehen. Zum Anhalten des Einströmens von Brauchwasser von einer Wasserleitung aus in den Wasser-Wärmetauscher 220 ist ein Absperrventil 410 vorgesehen. Die ECU 270 regelt die Pumpe 400 und das Absperrventil 410.

Als Nächstes wird nachfolgend ein Verfahren zur Herstellung des Wasser-Wärmetauschers 200 gemäß der ersten Ausführungsform erläutert. Zuerst werden die innere Rippe 221a und die Rohre 223 und 224 an dem Plattenelement 221b angebracht, und wird das Plattenelement 221c daran angeordnet.

Klemmzungen werden an den Randbereichen des Plattenelements 221b abgebogen und zusammengedrückt, um das erste Röhrchen 221 anzubringen (Schritt des vorübergehenden Anbringens). Bei diesem Schritt wird Lötfüllmetall an beiden Flächen der inneren Rippe 221a und an den Verbindungsflächen der Plattenelemente 221b und 221c aufgebracht.

Dieses vorübergehend angebrachte erste Röhrchen 221 wird während einer besonderen Zeitspanne innerhalb eines Ofens erhitzt, wobei es durch zwei Spannstücke geklemmt wird, wodurch es einstückig im Wege des Verlötns verbunden wird (Schritt des Phosphor-Kupfer-Verlötns).

Als Nächstes werden die zweiten Röhrchen 222, die Sammelbehälter 225, 226 und dergleichen vorübergehend an dem ersten Röhrchen 221 nacheinander angebracht. Hier nach werden diese Teile vorübergehend unter Verwendung einer vorübergehenden Spanneinrichtung, wie beispielsweise eines Drahtes, zusammengefügt (vorübergehender Anbringungsschritt). Dann wird der vorübergehend zusammengefügte Körper während einer besonderen Zeitspanne innerhalb eines Ofens erhitzt, sodass dieser mit einem weiteren im Wege des Verlötns mit einem nicht-korrosiven Flussmittel verbunden wird (Schritt des Verlötns mit einem nicht-korrosiven Flussmittel). Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Lötfüllmaterial Aluminium (A4343) und an den Außenwänden der Rohr- bzw. Röhrenelemente durch Auskleiden, Beschichten, Aufsprühen oder als Blech oder dergleichen aufgebracht.

Als Nächstes werden Merkmale der vorliegenden Ausführungsform besonders beschrieben. Fig. 4A ist eine Schnittansicht mit der Darstellung eines ersten Prototyps des Wasser-Wärmetauschers 220, und Fig. 4B ist eine Schnittansicht mit der Darstellung des Wasser-Wärmetauschers 220 gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Bei dieser Ausführungsform sind Vertiefungen G an den Verbindungsflächen zwischen den Röhrchen 221 und 222 vorgesehen, um die Verbindungsfläche in mehrere Verbindungsflächen aufzuteilen.

Entsprechend ist, wenn die zwei flachen Röhrchen 221 und 222 an dem gesamten Bereich in ihrer Längsrichtung verbunden sind, weil die Verbindungsfläche durch die Vertiefungen G in mehrere Verbindungsflächen aufgeteilt ist, die Veränderung des Freiraums der Verbindungsfläche durch jede abgeteilte Verbindungsfläche bestimmt und daher im Vergleich zu einem Fall, bei dem die Verbindungsfläche nicht durch Vertiefungen oder dergleichen aufgeteilt ist, verkleinert.

In dem Fall, bei dem die Verbindungsfläche nicht aufge-

teilt ist und die flachen Röhrchen 221, 222 miteinander an dem gesamten Bereich verbunden sind, schmilzt das Lötfullmetall, und sammelt es sich an einem Bereich, an dem der Freiraum klein ist, infolge eines Kapillarphänomens, und werden große Hohlräume an den nicht-verlötzten Bereichen gebildet, wo der Freiraum groß ist. Dies führt zu einer großen Veränderung der Verlözung an dem gesamten Bereich und zu einer Beeinträchtigung der Fähigkeit zum Wärmeaustausch.

Im Gegensatz hierzu wird gemäß der vorliegenden Erfindung sogar dann, wenn Lötfullmetall schmilzt und in einen Verbindungsbereich, wo der Freiraum klein ist, einströmt, um Hohlräume an einem anderen Verbindungsbereich, wo der Freiraum groß ist, zu bilden, diese Veränderung in jeder aufgeteilten Verbindungsfläche erzeugt. Daher ist der Verlötzungszustand an der Verbindungsfläche als Ganzes im Allgemeinen gleichmäßig, und kann eine Verlötzungsfläche gewährleistet werden.

Die Vertiefungen G sind durch Verbindungsbereiche P zwischen zwei Plattenelementen 221b und 221c des ersten Röhrchen 221 gebildet. Die Verbindungsbereiche P sind als Aufteilungsbereiche vorgesehen, damit der Fluidkanal in dem ersten Röhrchen 221 mehrfach mäanderförmig (serpentinförmig) ausgebildet ist. Weil die Verbindungsbereiche P keinen Beitrag zu dem Wärmeaustausch mit dem zweiten Röhrchen leisten, verkleinern die Vertiefungen G, die durch die Verbindungsbereiche P gebildet sind, die Wärmeaustausch-Fläche des Wärmetauschers nicht wesentlich.

Zweite Ausführungsform

Fig. 5A und 5B sind Schnittansichten mit der Darstellung des ersten Röhrchens 221 vor dem Pressen, und Fig. 6A und 6B sind Schnittansichten mit der Darstellung des ersten Röhrchens 221 nach dem Pressen bei einer zweiten bevorzugten Ausführungsform. Bei der zweiten Ausführungsform besitzen die Plattenelemente 221b, 221c einen Berührungs-wandbereich H an jedem Verbindungsbereich P. Die Plattenbereiche 221b, 221c berühren einander an dem Berührungs-wandbereich H, der einen Winkel Θ mit den gesamten Be-rührungsflächen gebildet, d. h. mit einer Ebene parallel zu den flachen Hauptflächen der Plattenelemente 221b, 221c, um den Fluidkanal zu bilden.

Somit ist der Verbindungsbereich P nicht durch Verbinden einfacher flacher Wände, sondern durch Verbinden der konkaven und konvexen Wandbereiche in Hinblick auf die zu den flachen Hauptflächen der Plattenelemente 221b, 221c parallele Ebene gebildet. Entsprechend besitzt sogar dann, wenn ein großer Freiraum zwischen den Plattenelementen 221b und 221c gebildet ist, der Verbindungsbereich P keine solche großen Freiräume. Der Verbindungsbereich P kann mit einer ausreichenden Lötfläche gleichmäßig verlözt werden, damit keine inneren Leckagen bewirken werden.

Als ein Verfahren zur Herstellung des ersten Röhrchens 221 bei der zweiten Ausführungsform wird, wenn die Plattenelemente 221b, 221c miteinander verbunden werden, jeder der Verbindungsbereiche P unter Druck gesetzt, damit er plastisch deformiert wird, bis er die konkaven und konvexen Wände aufweist. Hiernach werden die Plattenelemente 221b, 221c miteinander verlözt. Das heißt, nachdem das erste Röhrchen 221 vorübergehend zusammengefügt worden ist, wird der Verbindungsbereich P im Wege des Pressens oder dergleichen unter Druck gesetzt, um den Berührungs-bereich H zu bilden, der einen besonderen Winkel mit der Ebene parallel zu den flachen Hauptflächen wie oben be-schrieben bildet.

Beispielsweise können Löt-klemmen als Presswerkzeug verwendet werden, um den Verbindungsbereich P unter

Druck auszubilden. Die Plattenelemente können mit den Verbindungsbereich P berührenden Klemmen verlözt werden. Entsprechend kann der Verbindungsbereich P gleichmäßig verlözt werden, während sein enger Berüh-

5 rungszustand aufrechterhalten wird, damit der Freiraum an den Verbindungsflächen überwunden wird. Der Verbindungs-bereich P kann eine ausreichende Lötfläche schaffen und das Auftreten innerer Leckagen verhindern. Bei der zweiten Ausführungsform besitzt der an dem Verbindungs-10 bereich P vorgesehene Berührungs-wandbereich H eine halbkreisförmige Gestalt. Jedoch ist die Gestalt nicht hierauf be-schränkt, sondern können andere Gestalten, beispielsweise eine winkelförmige Gestalt, vorgesehen sein.

Dritte Ausführungsform

Bei der ersten und der zweiten Ausführungsform sind die zweiten Röhrchen 222 aus Aluminium hergestellt. Bei einer dritten bevorzugten Ausführungsform werden die zweiten Röhrchen 222A durch Anordnen mehrerer aus Kupfer her-20 gestellter Kapillarröhrchen gebildet. Die mehreren zweiten Röhrchen 222A werden durch Verlöten derart miteinander verbunden, dass ihre Längsrichtungen einander entsprechen.

25 Das Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers 222A bei der dritten Ausführungsform wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 7 kurz erläutert, obwohl es sich mit demjenigen der ersten Ausführungsform teilweise über-schneidet. Es ist zu beachten, dass Fig. 7 eine Schnittansicht mit der Darstellung des Wärmetauschers 220A entlang einer Linie ist, die der Linie VII-VII in Fig. 3B entspricht. In Fig. 7 sind die gleichen Teile wie diejenigen bei der ersten Aus-führungsform mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Zuerst werden die innere Rippe 221a, die Rohre 223, 224 35 und dergleichen an den Plattenelementen 221b angeordnet bzw. angebracht, und wird das Platten-element 221c daran angeordnet. Hiernach werden an den Randbereichen des Platten-elements 221c vorgesehene Klemmzungen N umge-bogen und zusammengedrückt, um das erste Röhrchen 221 40 vorübergehend zusammenzufügen. Ferner werden Teile wie beispielsweise die mehreren zweiten Röhrchen 222A und die Sammelbehälter 225, 226 vorübergehend eines nach dem anderen an dem vorübergehend zusammengefügten ersten Röhrchen 221 angebracht. Diese Teile werden mit zwei 45 Klemmen zusammengedrückt und vorübergehend miteinan-der befestigt, wobei Druck über Drähte oder dergleichen ausgeübt wird (Schritt des vorübergehenden Anbringens).

Zu dieser Zeit wird Lötfullmetall in Form von Kupfer an den beiden Flächen der inneren Rippe 221a, den Verbin-50 dungsfächern der Plattenelemente 221b, 221c und an den äu-ßen Wänden der Kapillarröhrchen 222a angebracht. Dann wird der vorübergehend zusammengefügte Körper innerhalb eines Ofens während einer besonderen Zeitspanne erhitzt, sodass er durch Verlöten miteinander verbunden wird (Verlötzungsschritt). Bei der vorliegenden Ausführungsform wird das Lötfullmetall an den Flächen der Teile angebracht, wobei es durch Auskleiden oder Aufsprühen an den Flächen angebracht werden kann. Andererseits kann es an den Flächen als Folie angebracht werden.

55 60 Als Nächstes werden die Wirkungen und Merkmale der dritten Ausführungsform weiter ins Detail gehend erläutert.

Bei der dritten Ausführungsform werden das erste Röhrchen 221 und die zweiten Röhrchen 222A aus Kupfer, näm-lich aus dem gleichen Material, hergestellt. Das erste Röhrchen 221 wird nicht im Wege der Extrusion, sondern durch gegenseitiges Verbinden der beiden Plattenelemente 221b, 221c gebildet. Entsprechend kann die in dem ersten Röhrchens 221 gebildete Fläche des Kanals groß gemacht wer-

den werden, wodurch eine dortige Verstopfung verhindert wird. Ferner besitzen die Plattenelemente 221b, 221c eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber Brauchwasser und dergleichen, weil sie aus Kupfer hergestellt sind.

Weil das erste Röhrchen 221 und die zweiten Röhrchen 222A aus dem gleichen Material hergestellt werden, kann die Bildung der Verbindung zwischen den beiden Plattenelementen 221b, 221c zur Ausbildung des ersten Röhrchens 221 und die Bildung der Verbindung zwischen dem ersten Röhrchens 221 und den zweiten Röhrchen 222A gleichzeitig durchgeführt werden. Nur ein einziger Lötvorgang reicht aus, um die Plattenelemente 221b, 221c zu verbinden und um das erste Röhrchen 221 und die zweiten Röhrchen 222A zu verbinden, was zu einer Verringerung der Mannarbeitsstunden und zu einer Verkürzung der Zeit zur Herstellung des Produkts führt. Weiter ist eine Art einer Lötspanneinrichtung bei dieser Ausführungsform ausreichend, was zu einer Vereinfachung des Herstellungsverfahrens und zu geringeren Kosten des Produkts führt.

Weil die Röhrchen 221 und 222A aus dem gleichen Material hergestellt sind, besteht keine Möglichkeit der Verursachung einer galvanischen Korrosion (einer elektrischen Korrosion), was zu einer Verbesserung der Korrosionseigenschaft führt. Die zweiten Röhrchen 222A werden mittels mehrerer Kapillarröhrchen ausgebildet und bilden darin befindliche Kanäle für ein Fluid, beispielsweise für ein Kühl- bzw. Kältemittel. Die zweiten Röhrchen 222A können leicht aus dem gleichen Material wie demjenigen der ersten Röhrchen 221 durch Auswahl des Materials der Kapillarröhrchen bestehen.

Bei der dritten Ausführungsform wird erläutert, dass das erste Röhrchen 221 und die zweiten Röhrchen 222A aus Kupfer hergestellt sind. Jedoch können sowohl das erste Röhrchen 221 als auch die zweiten Röhrchen 222A aus Edelstahl hergestellt werden, wobei sie die gleichen Wirkungen wie oben beschrieben aufweisen.

Fig. 8A bis 8D zeigen beispielhaft Querschnittsgestalten der Kapillarröhrchen 222A als Modifikationen der dritten Ausführungsform. Somit ist die Gestalt jedes Kapillarröhrchens nicht auf einen Kreis beschränkt, sondern kann es andere Gestalten beispielsweise die eines Rechtecks aufweisen. Die anderen Merkmale und Wirkungen sind die gleichen wie diejenigen bei der ersten und der zweiten Ausführungsform.

Vierte Ausführungsform

Eine vierte bevorzugte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung ist auf eine Anordnung des Wärmetauschers 200 in dem Heißwasser-Zuführungssystem gerichtet.

Insbesondere wird angenommen, dass der Wärmetauscher 220 in einem Körper der Heißwasser-Zuführungssystems 200 derart angeordnet ist, dass das erste Röhrchen 221 in vertikaler Richtung wie in **Fig. 9A** dargestellt unter dem zweiten Röhrchen 222 angeordnet ist. In dem ersten Röhrchen 221, in dem ein Fluid, beispielsweise Wasser, strömt, das durch ein Fluid, beispielsweise ein Kühl- bzw. Kältemittel, das in dem zweiten Röhrchen 222 strömt, zu erhitzen ist, wird ein Teil des Wassers erhitzt, wobei es sich mit einer herabgesetzten relativen Dichte ausdehnt, und erzeugt es eine entgegengesetzte Strömung in der vertikalen Richtung. Das erhitzte Wasser mit einer höheren Temperatur strömt an der oberen Seite innerhalb des Kanals, wobei der andere Teil des Wassers mit einer niedrigeren Temperatur an der unteren Seite innerhalb des Kanals strömt. Entsprechend ist es, wenn der Wärmetauscher 200 wie in **Fig. 9A** dargestellt angeordnet ist, schwierig, einen Wärmeaustausch zwischen dem Wasser mit der niedrigeren Temperatur und dem Kühl-

bzw. Kältemittel durchzuführen, was zu einer geringen Effizienz des Wärmeaustauschs führt.

Im Gegensatz hierzu ist bei der vierten Ausführungsform der Wärmetauscher 220 wie in **Fig. 9B** oder **9C** dargestellt angeordnet, um die Effizienz des Wärmeaustauschs zu verbessern. In **Fig. 9B** ist das erste Röhrchen 221 in vertikaler Richtung oberhalb des zweiten Röhrchens 222 angeordnet, und in **Fig. 9C** sind sowohl das erste Röhrchen 221 als auch das zweite Röhrchen 222 vertikal angeordnet.

Entsprechend kann das Wasser, das an der unteren Seite in dem Kanal des ersten Röhrchens 221 mit einer niedrigeren Temperatur strömt, wirksam einen Wärmeaustausch mit dem Kühl- bzw. Kältemittel, erfahren, das in dem zweiten Röhrchen 222 strömt, weil die untere Seite des ersten Röhrchens 221 das zweite Röhrchen 222 berührt. Folglich kann die Effizienz des Wärmeaustauschs verbessert sein. Wenn der Wärmetauscher 220 wie in **Fig. 9C** dargestellt vertikal angeordnet ist, ist, weil ein großer Teil des Wärmetauschers von dem Boden bzw. von der Unterseite des Körpers des Heißwasser-Zuführungssystems im Vergleich zu den Fällen trennen ist, bei denen der Wärmetauscher 220 wie in **Fig. 9A** und **9B** dargestellt horizontal angeordnet ist, der Wärmetauscher 220 gegenüber Feuchtigkeit vom Boden weniger empfänglich, d. h. es ist schwierig, dass er korrodiert.

Die Position und die Richtung des Wärmetauschers 220 in Hinblick auf den Körper des Heißwasser-Zuführungssystems 200 sind nicht auf diejenigen wie in **Fig. 9B** und **9C** dargestellt beschränkt, sondern veränderbar. Beispielsweise kann der Wärmetauscher 220 in Hinblick auf die vertikale oder die horizontale Richtung geneigt sein. Die Struktur des Wärmetauschers 220 ist im Wesentlichen die gleiche wie die bei den anderen Ausführungsformen beschriebene, jedoch auf diese nicht beschränkt.

Während bei den obigen Ausführungsformen die vorliegende Erfindung bei dem Wasser-Wärmetauscher für den Wärmeaustausch zwischen Kühl- bzw. Kältemittel und Wasser Anwendung findet, kann die Erfindung bei anderen Wärmetauschern, beispielsweise als Kühler für den Wärmeaustausch zwischen Wasser und Luft, als Kühler oder Gas-Kühler für den Wärmeaustausch zwischen Kühl- bzw. Kältemittel und Luft und dergleichen, Anwendung finden

Fünfte Ausführungsform

Fig. 10 ist eine Vorderansicht mit der Darstellung eines Wasser-Wärmetauschers 220B bei einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und **Fig. 11** ist eine Seitenansicht zu **Fig. 10**. Gemäß **Fig. 10** und **11** besitzt der Wärmetauscher 220B ein flaches Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221, das sich in der Richtung von links nach rechts bzw. von rechts nach links in der Zeichnungsebene erstreckt, wobei es mäanderförmig mit serpentinengleichiger Gestalt gemäß Darstellung in **Fig. 11** verläuft. D. h., das Kühl- bzw. Kältemittel strömt in einem Teil des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens 1221 in vertikaler Richtung nach oben und strömt in einem nächsten Teil des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens 1221 in vertikaler Richtung nach unten. Folglich strömt das Kühl- bzw. Kältemittel in **Fig. 11** in Richtung nach links.

Das Kühl- bzw. Kältemittelröhrchen 1221 ist aus Aluminium im Wege der Extrusion oder des Ziehens gebildet und besitzt wie in **Fig. 12** dargestellt mehrere Kühl- bzw. Kältemittelkanäle 1221a mit einer Mehrloch-Struktur. Entsprechend besitzt das Kühl- bzw. Kältemittelröhrchen 1221 eine verbesserte Widerstandsfestigkeit gegen Druck.

Wieder auf **Fig. 10** zurückkommend sind Kühl- bzw. Kältemittelröhrchen-Sammelbehälter 1222a, 1222b an beiden Enden des Kühl- bzw. Kältemittelröhrchens 1221 in der

Strömungsrichtung des Kühl- bzw. Kältemittels vorgesehen, und stehen diese mit den jeweiligen Kühl- bzw. Kältemittelkanälen 1221a in Verbindung. Der Kühl- bzw. Kältemittelerührchen-Sammelbehälter 1222a verteilt das Kühl- bzw. Kältemittel in die Kühl- bzw. Kältemittelkanäle 1221a, und der Kühl- bzw. Kältemittelerührchen-Sammelbehälter 1222b sammelt das von den Kühl- bzw. Kältemittelkanälen 1221a abgegebene Kühl- bzw. Kältemittel, nachdem das Kühl- bzw. Kältemittel Wärme mit Wasser ausgetauscht hat.

Ein Wasserrohr 1223, in dem Wasser strömt, ist aus mehreren Wasserrohrkörpern 1223a zusammengesetzt, deren Längsrichtung jeweils rechtwinklig zu der Längsrichtung (der Kühl- bzw. Kältemittel-Strömungsrichtung) des Kühl- bzw. Kältemittelerührchens 1221 verläuft, und das Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 berührt die Wasserrohr-Sammelbehälter 1223b, die an den Enden in der Längsrichtung der Wasserrohrkörper 1223a vorgesehenen sind und zwei benachbarte Wasserrohrkörper 1223a zur Umkehrung der Strömungsrichtung des Wassers unter 180° verbinden, und dergleichen. Das Wasserrohr 1223 erstreckt sich auf dem gesamten Bereich in der Längsrichtung (in der vertikalen Richtung) des Kühl- bzw. Kältemittelerührchens 1221.

Andererseits erstreckt sich wie in Fig. 11 dargestellt das Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 in der Richtung (in der Richtung von rechts nach links bzw. von links nach rechts in der Zeichnungsebene) rechtwinklig zu den Längsrichtungen der Wasserrohr-Sammelbehälter 1223b und der Wasserrohr-Körper 1223a, wobei es mit einer serpentinenförmigen Gestalt wie in Fig. 11 dargestellt mäanderförmig verläuft. D. h., das Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 ist in der Längsrichtung dreimal mit der serpentinenförmiger Gestalt abgebogen. Mit anderen Worten besteht das Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 aus mehreren Bereichen, deren jeder sich in der Längsrichtung (in der vertikalen Richtung) des Wasserrohr-Sammelbehälters 1223b erstreckt, um zusammenarbeitend die serpentinenförmige Gestalt zu bilden.

Entsprechend sind wie in Fig. 13 dargestellt viele Wärmetauscher-Kerne Ca vorgesehen, die in Richtung etwa rechtwinklig zu dem Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 und dem Wasserrohr 1223 einander überlappen. Jeder der Wärmetauscher-Kerne Ca besteht aus dem Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 und dem Wasserrohr 1223, die einander derart berühren, dass das Wasserrohr 1223 serpentinenförmig ausgebildet ist, wobei es die Kühl- bzw. Kältemittelströmung rechtwinklig kreuzt. Zwei benachbarte Wärmetauscher-Kerne Ca bilden zwischeneinander einen Raum (Spalt) 1224. Daher ist das Kühl- bzw. Kältemittelerührchen 1221 gegenüber seinem benachbarten Wärmetauscher-Kern Ca durch den Raum 1224 an der dem Wasserrohr 1223 gegenüberliegenden Seite thermisch isoliert.

In jedem Wärmetauscher-Kern Ca strömt wie in Fig. 10 dargestellt Wasser in dem Wasserrohr 1223, das mäanderförmig verläuft, um die Kühl- bzw. Kältemittelströmung von dem einen Ende aus zu dem anderen Ende hin rechtwinklig in Längsrichtung des Kühl- bzw. Kältemittelerührchens 1221 zu kreuzen. Die Wasserströmung ist in Hinblick auf die Kühl- bzw. Kältemittelströmung eine rechtwinklig kreuzende Strömung.

Wie in Fig. 13 dargestellt ist, ist das Wasserrohr 1223 (die Wasserrohr-Körper 1223a) aus ersten und zweiten Platten 1223c, 1223d, zusammengesetzt, die im Wege des Pressens derart gebildet sind, dass sie Badewannencile (gebogene Teile) besitzen und miteinander verlötet sind. Eine innere Rippe 1223f versetzter Art ist innenseitig des Wasserrohrs 1223 angeordnet (Wasserkanal 1223e). Die erste und die zweite Platte 1223c, 1223d und die innere Rippe 1223f sind aus Metall, beispielsweise aus Kupfer, mit einer hohen Kor-

rosionsbeständigkeit hergestellt.

Die Rippe 1223 der versetzten Art (Mehrfacheinlass-Rippe) besteht aus mehreren plattenartigen Segmenten 1223g, die mit einer Schichtungsanordnung angeordnet sind, was in Heat Exchanger Design Handbook (herausgegeben von Kougaikotsu Co., Ltd.), 19th Japan Heat Transfer Symposium Paper und dergleichen offenbart ist. Die innere Rippe 1223f besitzt unterschiedliche Spezifikationen (Teilung der Segmente, Richtungen der Segmente und der gleichen) an der Wassereinlass-Seite und an der Wasserausslass-Seite des Wasserrohr 1223 (bei der vorliegenden Ausführungsform zwischen den beiden Wärmetauscher-Kernen Ca, die an der Wassereinlass-Seite vorgesehenen sind, und den beiden Tauscher-Kernen Ca, die an der Wasserausslass-Seite vorgesehen sind).

Insbesondere an der Wassereinlass-Seite des Wasserrohrs 1223 (in den beiden Wärmetauscher-Kernen Ca (bei der vorliegenden Ausführungsform zwischen den beiden Wärmetauscher-Kernen, die an der Wassereinlass-Seite vorgesehen sind) ist wie in Fig. 14 dargestellt jedes Segment 1223g mit einer Plattenfläche 1223h etwa parallel zu der Wasserströmungs-Richtung angeordnet. Andererseits ist an der Wasserausslass-Seite des Wasserrohrs 1223 (in den beiden Wärmetauscher-Kernen Ca, die an der Wasserausslass-Seite vorgesehen sind) wie in Fig. 15 dargestellt jedes Segment 1223g mit einer Plattenfläche 1223h etwa rechtwinklig zu der Wasserströmungs-Richtung angeordnet.

Nachfolgend wird der Teil, in dem die Plattenflächen 1223h der Segmente 1223g etwa parallel zu der Richtung der Wasserströmung verlaufen, als ein paralleler Segmentbereich 1223j bezeichnet, und wird der Teil, in dem die Plattenflächen 1223h der Segmente 1223g etwa rechtwinklig zu der Richtung der Wasserströmung verlaufen, als ein rechtwinkliger Segmentbereich 1223k bezeichnet.

Bei der vorliegenden Ausführungsform ist gem. Fig. 14 und 15 die Teilung P der Segmente 1223g in der Richtung etwa rechtwinklig zu der Richtung der Wasserströmung unterschiedlich zwischen dem parallelen Segmentbereich 1223j und dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k. Insbesondere ist wie in Fig. 13 dargestellt die Teilung P an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k (an der Auslassseite des Wasserrohrs 1223) größer als die Teilung P an dem parallelen Segmentbereich 1223j (an der Einlassseite des Wasserrohrs 1223).

Nebenbei bemerkt ist wie in Fig. 10 und 11 dargestellt eine Luft-Abführungsleitung 1223m an der oberen Seite des Wasser-Wärmetauschers 220B vorgesehen, um Luft aus dem Wasserrohr 1223 freizusetzen, und ist eine Wasser-Abführungsleitung 1223n an der unteren Seite vorgesehen, um Wasser aus dem Wasserrohr 1223 freizusetzen. Eine Konsole 1245 ist mit dem Wasserrohr 1223 (mit mindestens einem der Wasserrohr-Körper 1223a) im Wege des Verlötns zur Befestigung des Wasser-Wärmetauschers 220B verbunden.

Als Nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Wasser-Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Ausführungsform erläutert. Zuerst werden die erste und die zweite Platte 1223c, 1223d, die zu einer besonderen Gestalt (Badewannengestalt) ausgebildet sind, und die innere Rippe 1223f hergestellt. Bei dem Schritt der Aufbringung des Lötfüllmetalls, werden Flussmittel und Lötfüllmetall (Phosphorhaltige Legierung und Kupfer) zur Berührung auf die Flächen der Platten 1223c, 1223d, die einander berühren sollen, und zur Berührung auf die Berührungsflächen der innere Rippe 1223f aufgebracht, die die Platten 1223c, 1223d berühren sollen. Dann werden in einem ersten Schritt der vorübergehenden Anbringung die Platten 1223c, 1223d und die innere Rippe 1223f wie in Fig. 13 dargestellt zusammengefügt, und

wird dieser zusammengefügte Zustand mittels einer Spanneinrichtung, beispielsweise mittels eines Drahts, beibehalten.

Als Nächstes wird wie in Fig. 16 dargestellt eine Verbindungsplatte (Trennplatte zum Verlöten) 1246 mit einem Lötfullmetall (Aluminiummaterial mit einem Schmelzpunkt niedriger als derjenige des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens 1221 bei dieser Ausführungsform) zwischen dem Rohr 1223, das bei dem ersten Schritt der vorübergehenden Anbringung gebildet worden ist, und dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 eingesetzt. In diesem Zustand werden werden das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 mittels einer Spanneinrichtung, beispielsweise mittels eines Drahts, wie in Fig. 13 dargestellt miteinander befestigt. Dies ist ein zweiter Schritt der vorübergehenden Anbringung.

Die Verbindungsplatte 1246 enthält ein Metall des Eisen-systems als Hauptkomponente und ist an ihren beiden Flächen mit Aluminium beschichtet (plattiert). An der Aluminium-Beschichtungsschicht (Plattierungsschicht) wird ein Lötfullmetall aufgebracht. Ein Endbereich der Verbindungsplatte 1246 ist wie in Fig. 16 dargestellt zu einer L-förmigen Gestalt abgebogen, die gesichert verhindert, dass das aus Aluminium hergestellte Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 und das aus Kupfer hergestellte Wasserrohr 1223 (die Wasserrohr-Körper 1223a und die Wasserrohr-Sammelbehälter 1223b) während ihrer Verlösung einander berühren. Bei dem Schritt der Verlösung wird das bei den zweiten Schritt der vorübergehenden Anbringung zusammengefügte Element innerhalb eines Ofens erhitzt, damit das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 im Wege des Verlögens miteinander verbunden werden.

Als Nächstes werden die Merkmale der vorliegenden Ausführungsform erläutert. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann, weil die Strömung des Wassers und die Strömung des Kühl- bzw. Kältemittels einander rechtwinklig kreuzen, ein Wärmeaustausch zwischen dem Wasser und dem Kühl- bzw. Kältemittel wirksam durchgeführt werden. Auch verlaufen sowohl das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 als auch das Wasserrohr 1223 mäanderförmig oder serpentinenförmig, und ist die Wärmeaustausch-Fläche zwischen Wasser und Kühl- bzw. Kältemittel vergrößert, ohne die Größe des Wasser-Wärmetauschers 220 zu vergrößern. Daher kann gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Effizienz des Wärmeaustauschs verbessert sein, wobei eine Verkleinerung der Größe des Wasser-Wärmetauschers 220B erreicht ist.

Nebenbei bemerkt wird, weil in Wasser (insbesondere in Brauchwasser) Calcium (Ca) enthalten ist, das im Wasser gelöste Calcium infolge der Herabsetzung der Lösbarkeit von Calcium, wenn die Temperatur des Wassers durch Erhitzen erhöht wird, ausgeschieden bzw. abgelagert. Das abgelagerte Calcium kann eine Verstopfung des Wasserrohrs mit Störung des Betriebs des Wärmetauschers bewirken.

Wenn die Querschnittsfläche des Kanals des Wasserrohrs durch Abschätzung der Menge des abgelagerten Calciums vergrößert wird, wird die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, das in dem Wasserrohr strömt, herabgesetzt, und wird der Strömungszustand des Wassers laminar, wird die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, das in dem Wasserrohr strömt, herabgesetzt, und wird der Strömungszustand des Wassers laminar. Folglich wird die thermische Leitfähigkeit zwischen dem Wasser und dem Wasserrohr herabgesetzt, wodurch die Effizienz des Wärmeaustauschs verringert wird.

Im Gegensatz hierzu ist gemäß der vorliegenden Erfindung, weil die innere Rippe 1223f innerhalb des Wasserrohrs 1223 angeordnet ist, die Wärmeübertragungsfläche zwischen dem Wasser und dem Wasserrohr 1223 vergrößert,

und wird der Strömungszustand des in dem Wasserrohr 1223 strömenden Wassers zu einer turbulenten Strömung, weil sie durch die innere Rippe 1223f gestört ist. Folglich ist die thermische Leitfähigkeit zwischen dem Wasser und dem

5 Wasserrohr 1223 vergrößert. Daher kann die Querschnittsfläche des Kanals des Wasserrohrs 1223 durch Einschätzung der Menge des abgeschiedenen Calciums größer eingestellt werden. Der Grund hierfür besteht darin, dass die Effizienz des Wärmeaustauschs sogar dann nicht verringert wird, 10 wenn die Querschnittsfläche des Kanals vergrößert wird. Entsprechend kann die Effizienz des Wärmeaustauschs verbessert werden, während die Verstopfung des Wasserrohrs 1223 durch Calcium verhindert ist.

Nebenbei bemerkt müssen unter der Annahme, dass das

15 Wasserrohr 1223 linear ist und das Wasser geradlinig in einer Richtung entgegengesetzt zu den Kühl- bzw. Kältemittel in einer entgegengesetzten Strömung strömt, die Breite des Wasserrohrs 1223 und die Breite des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens 1221 zueinander gleich sein, um die Wärmeübertragungsfläche (Berührungsfläche) zwischen dem Wasserrohr 1223 und dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 zu gewährleisten. Hierbei ist die Breite des Röhrchens 20 eine Abmessung des Röhrchens parallel zu der Richtung rechtwinklig zu der Längsrichtung des Röhrchens.

25 Wenn die Breite des Wasserrohrs gleich derjenigen des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens ist, ist jedoch die Breite des Wasserrohrs 1223 (des Wasserkanals) so groß, dass es für das Wasser schwierig ist, in dem gesamten Bereich in der Richtung der Breite des Wasserrohrs (des Wasserkanals) 30 gleichmäßig zu strömen. Ein Teil des Wasserrohrs, in dem die Menge der Wasserströmung klein ist, besitzt eine geringe Fähigkeit zum Wärmeaustausch, was zu einer Verringerung der Fähigkeit zum Wärmeaustausch bei dem Wasser-Wärmetauscher wird.

35 Im Gegensatz hierzu ist gemäß der vorliegenden Erfindung wie in Fig. 10 dargestellt der Wärmetauscher 220B als ein solcher der Querstrom-Gattung gestaltet, dies derart, dass das Wasserrohr 1223 rechtwinklig zu dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 am gesamten Bereich in der 40 Längsrichtung des Kühlbw. Kältemittel-Röhrchens 1221 angeordnet ist. Entsprechend kann die Breite des Wasserrohrs 1223 verkleinert werden, wobei die Wärmeübertragungsfläche (die Berührungsfläche) zwischen dem Wasserrohr 1223 und dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 gewährleistet ist. Dies macht es möglich, dass das Wasser im gesamten Bereich in der Richtung der Breite des Wasserrohrs 1223 45 (des Wasserkanals 1223e) gleichmäßig strömt, und verbessert die Fähigkeit des Wärmetauschers 220B zum Wärmeaustausch.

50 Obwohl die Querschnittsfläche des Kanals des Wasserrohrs 1223 durch Abschätzung der Menge des abgesetzten Calciums vergrößert ist, kann, weil die innere Rippe 1223f innenseitig des Wasserrohrs 1223 (der Wasserrohr-Körper 1223a) angeordnet ist, infolge des Vorhandenseins der inneren Rippe 1223f die Querschnittsfläche des Kanals wesentlich verkleinert sein.

55 Daher ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Teilung P an der Wasserauslass-Seite (an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k), wo das Calcium infolge der hohen Temperatur des Wassers zum Absetzen neigt, größer als die Teilung P an der Wassereinlass-Seite (an dem parallelen Segmentbereich 1223j) auszubilden, wo Calcium infolge der niedrigen Temperatur des Wassers weniger zum Absetzen neigt. Entsprechend kann das Verstopfen des Wasserrohrs 1223 verhindert werden, während verhindert ist, dass die Querschnittsfläche des Kanals wesentlich verkleinert wird. Nebenbei bemerkt misst bei der vorliegenden Ausführungsform die Teilung P an dem rechtwinkligen Seg-

mentbereich 1223k 10 mm, und misst die Teilung P an dem parallelen Segmentbereich 1223j 4 mm.

Weiter kann sich, wenn die Teilung P vergrößert wird, die Wasserströmung einem laminaren Strömungsbereich annähern, und kann die thermische Leitfähigkeit α zwischen der inneren Rippe 1223f und dem Wasser herabgesetzt sein, was die Effizienz des Wärmeaustauschs herabsetzt.

Zur Verhinderung dieses Problems sind gemäß der vorliegenden Ausführungsform an der Wasserauslass-Seite des Wasserrohrs 1223, wo die Teilung P der inneren Rippe 1223f groß ist, die Plattenflächen 1223h der Segmente 1223g so angeordnet, dass sie etwa rechtwinklig zu der Wasserströmung verlaufen. Daher trifft die Wasserströmung auf die Plattenflächen 1223h der Segmente 1223g, wodurch sie gestört wird, und ist verhindert, dass der Wärmeübertragungskoeffizient α herabgesetzt wird.

Fig. 17 zeigt ein Versuchsergebnis, das den Wärmeübertragungskoeffizient α an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k und den Wärmeübertragungskoeffizient α an dem parallelen Segmentbereich 1223j angibt. Entsprechend ist offenbar bzw. der gelegt, dass der Wärmeübertragungskoeffizient α an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k größer als derjenige an dem parallelen Segmentbereich 1223j ist.

Nebenbei bemerkt ist an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k, weil die Plattenflächen 1223h der Segmente 1223g etwa rechtwinklig zu der Wasserströmung verlaufen, wie in **Fig. 18** dargestellt ist, der Druckverlust ΔP , der erzeugt wird, wenn das Wasser durch den rechtwinkligen Segmentbereich 1223k hindurchtritt, groß. Weil die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k im Vergleich zu derjenigen an der Wasserauslass-Seite des Wasserrohrs 1223 herabgesetzt ist, ist jedoch der tatsächliche Druckverlust ΔP an dem rechtwinkligen Segmentbereich 1223k herabgesetzt. Daher verursacht der rechtwinklige Segmentbereich 1223k, der an der Wasserauslass-Seite des Wasserrohrs 1223 vorgesehen ist, keine Probleme bei der praktischen Verwendung.

Das Material, das das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 bildet (Aluminium bei der vorliegenden Ausführungsform), besitzt einen Schmelzpunkt, der sich stark von demjenigen des Materials unterscheidet, das das Wasserrohr 1223 bildet (Kupfer bei der vorliegenden Ausführungsform). Daher kann eine Verbindung aus Aluminium und Kupfer mit niedrigem Schmelzpunkt erzeugt werden, wenn das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 miteinander in einem Zustand verlötet werden, bei dem sie einander direkt berühren. Die Verbindung mit niedrigem Schmelzpunkt kann Fehler beim Verlöten verursachen.

Im Gegensatz hierzu werden gemäß der vorliegenden Ausführungsform das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 miteinander verlötet, während die Verbindungsplatte 1246 zwischen ihnen eingesetzt ist. Das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 berühren sich während des Verlöten nicht direkt. Daher wird keine Verbindung mit niedrigem Schmelzpunkt erzeugt, und treten keine Fehler beim Verlöten auf. Ein einziger Verlötzungsschritt reicht aus, um das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 bei der vorliegenden Ausführungsform zu verlöten. Im Gegensatz hierzu sollte, wenn das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 ohne die zwischen diesen eingesetzte Verbindungsplatte 1246 verlötet werden, der Verlötzungsschritt zweimal oder öfter durchgeführt werden. Beispielsweise werden das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 verlötet, nachdem das Wasserrohr 1223 vollständig verlötet worden ist.

Ebenfalls gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der Raum 1224 zwischen zwei benachbarten Wärmetauscher-Kernen Ca gebildet, und ist das Kühl- bzw. Kältemit-

tel-Röhrchen 1221 gegenüber seinem benachbarten Wärmetauscher-Kern Ca durch den Raum 1224 an der gegenüberliegenden Seite des berührenden Wasserrohrs 1223 thermisch isoliert. Der Raum 1224 verhindert den Wärmeaustausch zwischen den beiden benachbarten Wärmetauscher-Kernen Ca. Entsprechend kommt der Wasser-Wärmetauscher 220B einem idealen Querstrom-Wärmetauscher ("Compact Heat Exchanger", herausgegeben von Nikkan-Kogyo newspaper publishing company) mit verbesserter Effizienz des Wärmeaustauschs nahe. Es ist ersichtlich, dass die vorliegende Ausführungsform mit den anderen Ausführungsformen in geeigneter Weise kombiniert werden kann.

Sechste Ausführungsform

15

Bei einer sechsten bevorzugten Ausführungsform ist wie in **Fig. 19** dargestellt eine Stützkonsole 1247 vorgesehen, um den Raum (den Abstand) zwischen zwei Wärmetauscher-Kernen Ca (zwei Wasserrohren 1223), die nahe beieinander liegen, sicher festzulegen. Gemäß **Fig. 20** ist die Stützkonsole 1247 ein Clip hergestellt aus einem Federstahl-Produkt mit einer im allgemeinen U-förmigen Gestalt und an den Wasserrohr-Sammelbehältern 1223b der beiden benachbarten Wärmetauscher-Kerne Ca befestigt, wobei dieser an seinem Öffnungsbereich auseinander gezogen ist. Während in **Fig. 19** die Wasserrohr-Sammelbehälter 1223b der beiden Wärmetauscher-Kerne Ca einander berühren, täuschen die Wärmeübertragung, die zwischen dem Wasser, das in dem einen Sammelbehälter 1223b strömt, und dem Wasser, das in dem anderen Sammelbehälter 1223b strömt, die Größe der Wärmeübertragung zwischen dem Kühl- bzw. Kältemittel und dem Wasser nicht vor. Daher verändert sich die Effizienz des Wärmeaustauschs nicht wesentlich. Die anderen Merkmale sind im Wesentlichen die gleichen wie diejenigen bei der fünften Ausführungsform.

Siebte Ausführungsform

Der Schmelzpunkt des Materials (beispielsweise von Aluminium), aus dem das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen 1221 gebildet ist, unterscheidet sich stark von demjenigen des Materials (beispielsweise von Kupfer), aus dem das Wasserrohr 1223 gebildet ist. Daher können das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 wie Bimetall infolge der großen Unterschiedlichkeit ihres linearen Ausdehnungskoeffizienten im Wege des Verlöten (des Erhitzen) deformiert werden.

In dieser Verbindung ist bei der siebten bevorzugten Ausführungsform wie in **Fig. 21** dargestellt eine Verstärkungsplatte 1248 vorgesehen, um die Biegeweifigkeit E1 eines Teils von Röhrchen bzw. Rohr (bei der vorliegenden Ausführungsform des Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchens 1221), das den größeren linearen Ausdehnungskoeffizienten und eine kleinere Biegeweifigkeit als diejenigen des anderen Teils von Röhrchen bzw. Rohr (bei der vorliegenden Ausführungsform des Wasserrohrs 1223) an einer Seite (an der Seite des Raums 1224) aufweist, die dem Bereich gegenüberliegt, der das andere Teil von Röhrchen bzw. Rohr (das Wasserrohr 1223) berührt, d. h. der Verbindungsplatte 1246 gegenüberliegt, zu verbessern. Entsprechend kann verhindert werden, dass das Röhrchen 1221 und das Rohr 1223 durch Verlöten (durch Erhitzen) deformiert werden. Die anderen Merkmale sind im wesentlichen die gleichen wie diejenigen bei der fünften Ausführungsform.

65

Achte Ausführungsform

Bei der fünften bis siebten Ausführungsform ist der Raum

1224 zwischen den Wärmetauscher-Kernen Ca, die einander benachbart sind, vorgesehen, und ist das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221** an der dem berührenden Wasserrohr **1223** gegenüberliegenden Seite dem Raum **1224** ausgesetzt. Bei einer achten bevorzugten Ausführungsform berührt wie in Fig. 22 dargestellt das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221** das Wasserrohr **1223** an seinen beiden flachen Flächen. Entsprechend ist die Berührungsfläche zwischen dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221** und dem Wasserrohr **1223** vergrößert, wodurch die Größe des Wärmeaustauschs zwischen dem Wasser und dem Kühl- bzw. Kältemittel vergrößert ist. Während das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221** in Hinblick darauf hergestellt ist, das Wasserrohr **1223** an seinen beiden flachen Flächen zu berühren, kann das Wasserrohr **1223** das Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221** an seinen beiden flachen Flächen berühren. Die anderen Merkmale sind im wesentlichen die gleichen wie diejenigen bei der fünften Ausführungsform.

Der bei der fünften bis achten Ausführungsform beschriebene Wärmetauscher kann wie folgt modifiziert werden.

Beispielsweise sind bei den obigen Ausführungsformen die Plattenflächen **1223h** der Segmente **1223g** rechtwinklig zu der Wasserströmung an der Wasserauslass-Seite des Wasserrohrs **1223** vorgesehen. Jedoch können gemäß Darstellung in Fig. 23 die Plattenflächen **1223h** so vorgesehen sein, dass sie die Wasserströmung unter einem spitzen Winkel kreuzen.

Bei den obigen Ausführungsformen sind gemäß Darstellung in Fig. 24 die Segmente **1223g** in einer Schichtungsanordnung vorgesehen, bei der zwei Segmente **1223g** ein Paar bilden. Jedoch können gemäß Darstellung in Fig. 25 die Segmente **1223g** mit einer Schichtungsanordnung vorgesehen sein, bei der drei Segmente **1223g** ein Paar bilden. Fig. 26 ist eine Vorderansicht mit der Darstellung der inneren Rippe **1223f** mit einer solchen modifizierten Ausführungsform betrachtet von der stromaufwärtigen Seite der Wasserströmung, und Fig. 27 ist eine Draufsicht mit der Darstellung der inneren Rippe **1223f** mit der modifizierten Anordnung.

Weiter kann gemäß Darstellung in Fig. 28 und 29 der Wärmetauscher ohne das Luft-Abfuhrungsrohr **1223m** und das Wasser-Abfuhrungsrohr **1223n** gestaltet sein.

Wie in Fig. 30 dargestellt kann ein Schraubenteil **js** an einem Verbindungsteil **j** zwischen dem Kühl- bzw. Kältemittel-Röhrchen **1221**, dem Wasserrohr **1223** und einer Leitung **P** vorgesehen sein, sodass eine Spanneinrichtung (nicht dargestellt) für einen Widerstands-Drucktest dort angeschlossen werden kann. In diesem Fall wird, nachdem der Widerstands-Drucktest abgeschlossen ist, wie in Fig. 31 dargestellt die Leitung **P** in den Verbindungsteil **j** eingesetzt damit im Wege des Verlötens oder dergleichen verbunden.

Bei den obigen Ausführungsformen unterscheidet sich die Spezifikation der inneren Rippe **1223f** an der Einlassseite des Wasserrohrs **1223** von derjenigen an der Auslassseite des Wasserrohrs **1223**. Jedoch kann die Spezifikation der inneren Rippen **1223f** im gesamten Bereich von der Einlassseite aus zu der Auslassseite hin in dem Wasserrohr **1223** identisch sein.

Obwohl die Neigung der Plattenflächen **1223h** der Segmente **1223g** der inneren Rippe **1223f** zwischen der Einlassseite und der Auslassseite in dem Wasserrohr **1223** verändert ist, kann die Neigung der Plattenflächen **1223h** im gesamten Bereich von der Einlassseite aus zu der Auslassseite hin in dem Wasserrohr **1223** die gleiche sein. In diesem Fall kann es sein, dass nur die Teilung **P** zwischen der Einlassseite und der Auslassseite verändert ist. Sogar in diesem Fall kann die innere Rippe **1223f** verschiedene Strukturen wie beispielsweise in Fig. 14, 15, 23 und 26 dargestellt aufwei-

sen.
Bei den obigen Ausführungsformen ist die Teilung der Segmente der inneren Rippe an der Einlassseite und an der Auslassseite des Wasserrohrs **1223** verändert; jedoch kann die Teilung im gesamten Bereich von der Einlassseite aus zu der Auslassseite hin die gleiche sein. In diesem Fall kann es sein, dass nur die Neigung der Plattenflächen **1223h** in Hinblick auf die Wasserströmung verändert ist.

Bei den obigen Ausführungsformen ist die Einlassseite 10 und die Auslassseite des Wasserrohrs **1223** durch Verwendung der Wärmetauscher-Kerne Ca getrennt. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt. Beispielsweise können die beiden Seiten als ein Teil mit einer Wassertemperatur von etwa 65 °C oder niedriger und ein Teil 15 mit einer Wassertemperatur von etwa 65°C oder höher getrennt sein.

Bei den obigen Ausführungsformen findet die vorliegende Erfindung bei einem Heißwasser-Zuführungssystem der Gattung mit überkritischer Wärmepumpe Anwendung, 20 sie kann jedoch auch bei anderen Wärmepumpen, beispielsweise bei einem Heißwasser-Zuführungssystem der Gattung mit Wärmepumpen, Anwendung finden, das mit einem Druck niedriger als der überkritischer Druck arbeitet. Das von dem System gemäß der vorliegenden Ausführungsform 25 aus zugeführte Heißwasser kann in unterschiedlicher Weise verwendet werden, beispielsweise zum Trinken und Heizen. Auch ist das Kühl- bzw. Kältemittel nicht auf Kohlenstoffdioxid beschränkt, sondern kann es aus Wasser, Alkohol oder dergleichen bestehen.

Neunte Ausführungsform

Fig. 32, 33A und 33B zeigen einen Wärmetauscher **1** einer neunten bevorzugten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Wärmetauscher **1** bei der vorliegenden Ausführungsform wird auch als ein Heißwasser-Zuführungssystem mit Wärmepumpe zum Zuführen von Heißwasser zu einer Küche oder einem Badezimmer verwendet. Der Wärmetauscher **1** ist eine Wasser-Heizeinrichtung (ein 30 Kühl- bzw. Kältemittel/Wasser-Wärmetauscher), bei dem Kühl- bzw. Kältemittel (beispielsweise Kohlenstoffdioxid-Gas (CO₂)), das von einem Kompressor aus abgegeben wird, einen Wärmeaustausch mit Wasser (Brauchwasser) erfährt, das in einer Richtung entgegengesetzt zu derjenigen 35 des Kühl- bzw. Kältemittels strömt, um das Wasser zu erhitzen.

Gemäß Fig. 33A und 33B besitzt der Wärmetauscher **1** ein Aluminiumröhren **2**, das im Wege der Extrusion gebildet ist und einen einlassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter **11** und einen auslassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter **12** verbindet, und ein Edelstahlröhren **3**, das einen einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter **13** und einen auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter **14** verbindet. Das Aluminiumröhren **2** und das Edelstahlröhren **3** sind im 55 Wege der Verlotung mit einem nicht-korrosiven Flussmittel, der Vakuum-Verlotung oder dergleichen thermisch und eng miteinander verbunden.

Ein einlassseitiger Verbinder **15** ist an einem Ende des Kühl- bzw. Kältemittel-Einlassbehälters **11** vorgesehen, der 60 mit der Auslassseite des Kühl- bzw. Kältemittel-Kompressors über eine Kühl- bzw. Kältemittel-Leitung zu verbinden ist. Ein auslassseitiger Verbinder **16** ist an einem Ende des Kühl- bzw. Kältemittel-Auslassbehälters an der gegenüberliegenden Seite des einlassseitigen Verbinder **15** vorgesehen, der mit einer Druckreduzierungsseinrichtung, beispielsweise mit einem Expansionsventil, über eine Kühl- bzw. Kältemittel-Leitung zu verbinden ist. Eine einlassseitige Leitung **21**, die mit einem kreisförmigen Querschnitt abge-

bogen ist, ist mit dem einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter 13 verbunden, und eine auslassseitige Leitung 22, die mit einem kreisförmigen Querschnitt ebenfalls abgebogen ist, ist mit dem auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter 14 verbunden.

Das Aluminiumröhrenchen 2 ist ein Mehrloch-Röhrenchen (Rohr) und besitzt wie in Fig. 32 dargestellt mehrere Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 in seinem Inneren, in denen ein Kühl- bzw. Kältemittel strömt, um einen Wärmeaustausch mit Wasser zu erfahren. Das Aluminiumröhrenchen 2 ist aus einem Metall hergestellt, das gute Extrusionseigenschaften zeigt (beispielsweise aus einem Aluminium als Hauptbestandteil enthaltenden Metall). Jeder der Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 ist ein kreisförmiges Durchgangsloch und besitzt eine Abmessung in der Richtung des Lochs (in der Tiefenrichtung in Fig. 32) größer als die Abmessung in der Herstellungsrichtung (in der Richtung von rechts nach links bzw. von links nach rechts in Fig. 32). Eine innere Rippe kann in jedem Kühl- bzw. Kältemittel-Kanal 23 eingesetzt sein.

Das Edelstahlröhrenchen 3 ist wie in Fig. 32 dargestellt aus einem Paar Edelstahlelementen 4, 5, die miteinander verbunden sind, hergestellt, die aus einem korrosionsbeständigen Metall (beispielsweise aus Edelstahl als Hauptbestandteil enthaltenden Metall) hergestellt sind, dessen Korrosionsbeständigkeit derjenigen von Aluminium überlegen ist. Das Edelstahlröhrenchen 3 bildet in seinem Inneren einen Wasserkanal 24, in dem Brauchwasser strömt. Das Edelstahlelement 4 besitzt einen tassenförmigen konkaven Bereich 25 zur Ausbildung des Wasserkanals 24 mit dem Edelstahlelement 5. Eine gewellte innere Rippe 6, hergestellt aus Metall (beispielsweise aus Edelstahl), dessen Korrosionsbeständigkeit derjenigen von Aluminium überlegen ist, ist in den Wasserkanal 24 eingesetzt.

Als Nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschers 1 bei der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 32, 33A und 33B kurz erläutert.

Zuerst wird ein reines Aluminium enthaltendes Metallmaterial in ein Werkzeug für eine Mehrloch-Extrusion eingeführt bzw. eingespritzt, und wird eine heiße Extrusionsformung durchgeführt, um das flache und elliptische Mehrloch-Aluminiumröhrenchen 2 zu bilden. Die Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23, die in dem Aluminiumröhrenchen 2 gebildet werden, werden im Allgemeinen zu einem kreisförmigen Querschnitt gestaltet, damit sie eine verbesserte Druck-Widerstandseigenschaft in Hinblick auf das darin strömende Kühl- bzw. Kältemittel aufweisen.

Andererseits wird die innere Rippe 6, die zu einer gewellten Gestalt mittels eines Paares von Walzmaschinen (nicht dargestellt) für Rippen hergestellt worden ist, in einen Spalt zwischen dem Paar der Edelstahlelemente 4, 5 eingesetzt, das zu einer tassenförmigen Gestalt mittels eines Paares von Walzmaschinen (nicht dargestellt) für Rohre bzw. Röhrenchen hergestellt worden ist. Aus Kupfer hergestellte Folien aus Lötfüllmetall (nicht dargestellt), die eine Dicke von etwa 50 µm besitzen, werden in einen Spalt zwischen dem rostfreien Element 4 und der inneren Rippe 6 und in einen Spalt zwischen dem Edelstahlelement 5 und der inneren Rippe 6 eingesetzt. Ein flaches Endteil 26 des Edelstahlelements 4 wird mittels eines U-förmigen Endteils 27 des rostfreien Elements 5 abgedeckt und im Wege des Verpressens an beiden Enden des Paares der Edelstahlelemente 4, 5 fest eingequetscht. Hierach werden die Edelstahlelemente 4, 5 und die innere Rippe 6 mittels der Folien aus Lötfüllmetall miteinander verbunden, wodurch das Edelstahlröhrenchen 3 gebildet wird.

Dann wird eine aus Aluminium hergestellte dünne Folie aus Lötfüllmetall (nicht dargestellt) in einen Spalt zwischen

der Verbindungsfläche des Aluminiumröhrenchens 2 und der Verbindungsfläche des Edelstahlröhrenchens 3 eingesetzt, und werden die beiden Verbindungsflächen im Wege eines Lötvorfahrens mit einem nicht-korrosiven Flussmittel oder eines Vakuum-Lötverfahrens miteinander eng verbunden. Weil die aus Aluminium hergestellte Folie aus Lötfüllmetall einen Schmelzpunkt niedriger als derjenige von aus Kupfer hergestellten Folien aus Lötfüllmetall aufweist, schmilzt das aus Kupfer hergestellte Lötfüllmetall während des Verlögens zur Verbindung des Aluminiumröhrenchens 2 und des Edelstahlröhrenchens 3 nicht. Daher wird die Verbindungsfestigkeit des Edelstahlröhrenchens 3 in diesem Schritt nicht beeinträchtigt.

Als Nächstes werden gemäß Darstellungen Fig. 33A und 33B der einlassseitige Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 11 und der auslassseitige Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 12 aus aus Aluminium hergestellten zylindrischen Elementen gebildet. Ein geradliniges, elliptisches Loch (nicht dargestellt) wird in den zylindrischen Elementen zur Aufnahme eines Endes des Aluminiumröhrenchens 2 ausgebildet. Dann werden die Enden des Aluminiumröhrenchens 2 in die elliptischen Löcher der zylindrischen Elemente eingesetzt und einstückig verlötet. Entsprechend ist das Aluminiumröhrenchen 2 mit dem einlassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 11 am linken Ende in Fig. 33B und mit dem auslassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 12 am rechten Ende in der Figur verbunden.

Der einlassseitige Wasser-Sammelbehälter 13 und der auslassseitige Wasser-Sammelbehälter 14 werden aus aus Kupfer hergestellten zylindrischen Elementen gebildet. Das Edelstahlröhrenchen 3 wird mit dem einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter 13 an seinem rechten Ende in der Figur und mit dem auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter 14 an seinem linken Ende in der Figur im Wege des Heißlöbens verbunden.

Als Nächstes werden die Arbeitsweise und Wirkungen des Wärmetauschers 1 gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

Hochdruck- und Hochtemperatur-Kühl- bzw. Kältemittel-Gas, das von dem Kompressor abgegeben wird, tritt in den einlassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 11 nach dem Hindurchtreten durch die Kühl- bzw. Kältemittel-Leitung ein. Dann strömt das Kühl- bzw. Kältemittel-Gas von den Behälter 11 aus in die Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23, die in dem Aluminiumröhrenchen 23 ausgebildet sind, ein, und wird es im Wege des Wärmeaustauschs mit Wasser abgekühlt, wenn es durch die Kühl- bzw. Kältemittel-Durchtritte 23 hindurchtritt. Dann strömt das Kühl- bzw. Kältemittel-Gas in Richtung zu der Druckreduzierungsseinrichtung, beispielsweise zu einem Expansionsventil, durch den auslassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 12 des Wärmetauschers 1 und die Kühl- bzw. Kältemittel-Leitung hindurch.

Wasser (Brauchwasser) strömt in den einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter 13 durch die einlassseitige Leitung 21 hindurch ein und wird zu Heißwasser im Wege des Wärmeaustauschs mit dem Kühl- bzw. Kältemittel-Gas erhitzt, wenn es durch den Wasserkanal 24 hindurchtritt, der in dem Edelstahlröhrenchen 3 ausgebildet ist. Dann wird das Heißwasser in Richtung zu einem Badezimmer, einer Küche oder dergleichen geführt, nachdem es durch den auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter 14 des Wärmetauschers 1 und die auslassseitige Leitung 22 hindurchgetreten ist.

Bei dem Wärmetauscher 1 der vorliegenden Ausführungsform wird das Röhrenchen 3, das in seinem Inneren den Wasserkanal 23 bildet bzw. begrenzt, im Wege des einstückigen Verlögens der Edelstahlelemente 4, 5, deren Korrosionsbeständigkeit derjenigen von reinem Aluminium überlegen ist.

gen ist, gebildet, wobei die innere Rippe 6 dazwischen angeordnet wird. Entsprechend besitzen die Durchtrittswände des Wasserkanals 24, d. h. die Wände der Edelstahlelemente 4, 5, die Oberfläche der inneren Rippe 6 und die aus Kupfer hergestellten Folien aus Lötfüllmetall eine stark verbesserte Korrosionsbeständigkeit gegenüber in Brauchwasser enthaltenem Chlor im Vergleich zu denjenigen von metallischen Materialien des Aluminiumsystems.

Wenn das Kühl- bzw. Kältemittel-Gas aus Kohlenstoffdioxid (CO_2) besteht, muss das Röhrchen für das Kühl- bzw. Kältemittel eine bessere Druckwiderstandseigenschaft im Vergleich mit einem Fall aufweisen, bei dem Kühl- bzw. Kältemittel-Gas des Fleonsystems verwendet wird. Weil bei der vorliegenden Ausführungsform das Röhrchen 2 aus reinem Aluminium enthaltendem Metallmaterial im Wege der Extrusion zur Formgebung gebildet wird, um dabei die Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 in seinem Inneren aufzuweisen, kann das Röhrchen 2 eine bessere Druckwiderstandseigenschaft aufweisen.

Zehnte Ausführungsform

Fig. 34A bis 34C zeigen ein Röhrchen 7 für einen Wärmetauscher gemäß einer zehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Röhrchen 7 bei der vorliegenden Ausführungsform wird aus zwei separaten Teilen gebildet. Eines der Teile, ein aus Kupfer hergestelltes Teil 31, das in **Fig. 34A** dargestellt ist, wird zu einer besonderen Gestalt im Wege des Verpressens (des Walzpressens) von Kupfermaterial gebildet, dessen Korrosionsbeständigkeit derjenigen von reinem Aluminium enthaltenden metallischen Materialien überlegen ist. Das andere der Teile, ein aus Kupfer hergestelltes flaches Röhrchen 32, das in **Fig. 34B** dargestellt ist, wird im Wege der Extrusionsformung aus Kupfermaterial hergestellt. Das aus Kupfer hergestellte Element 31 wird in das aus Kupfer hergestellte Röhrchen 32 eingesetzt und mit diesem mittels eines aus Kupfer bestehenden Lötfüllmetalls oder dergleichen thermisch und eng verbunden, wodurch das Röhrchen 7, das in **Fig. 34C** dargestellt ist, gebildet wird.

Gemäß **Fig. 34A** besteht das aus Kupfer hergestellte Element 31 aus einem plattenförmigen Basisbereich 34, aus mehreren ersten Pfeilerbereichen (ersten vorstehenden Bereichen) 35, die von einer Fläche (von der oberen Seite in der Figur) des Basisbereichs 34 aus vorstehen, und aus mehreren zweiten Pfeilerbereichen (zweiten vorstehenden Bereichen) 26, die von der anderen Fläche (von der unteren Seite in der Figur) des Basisbereichs 34 aus vorstehen. Gemäß **Fig. 34B** besitzt das aus Kupfer hergestellte Röhrchen 32 eine lineare, elliptische Querschnittsgestalt.

Gemäß **Fig. 34C** sind in dem Röhrchen 7 mehrere Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle (erste (oder zweite) Fluid-Kanäle) 37 zwischen der Kanalwand des Röhrchens 32 und der Oberfläche des Basisbereichs 34 des Elements 31 gebildet und mittels der ersten Pfeilerbereiche 35 aufgeteilt, wobei in diesen Kühl- bzw. Kältemittel (ein zweites (oder ein erstes) Fluid) strömt. Ferner sind mehrere Wasserkanäle (zweite (oder erste) Fluid-Kanäle) 38 zwischen der Kanalwand des Röhrchens 32 und der anderen Oberfläche des Basisbereichs 34 gebildet und mittels der zweiten Pfeilerbereiche 36 aufgeteilt, wobei in diesen Brauchwasser (zweites (oder erstes) Fluid) strömt.

Das wie oben angegeben gestaltete Röhrchen 7 gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird durch Einsetzen des aus Kupfer hergestellten Elements 31 in das Röhrchen 32 und durch Zusammenpressen seines Umfangs gebildet. Entsprechend wird das Element 31 zusammengefügt (einstückig ausgebildet), dies derart, dass das aus Kupfer herge-

stellte Element 31 die innere Oberfläche (die Kanalwand) des Röhrchens 31 eng berührt bzw. an dieser anliegt. Hiernach werden sie im Wege der Kupferverlötung thermisch miteinander verbunden. Nebenbei bemerkt werden die Verbindungsflächen des Röhrchens 7 mit einer aus Kupfer bestehenden Lötfüllmetall-Paste vor der Durchführung der Verlötung beschichtet. Ein Werkzeug-Formungsmaterial kann vorgesehen bzw. angebracht werden, wenn die Extrusionsformung durchgeführt wird.

- 5 10 Gemäß der vorliegenden Ausführungsform können die gleichen Wirkungen wie diejenigen bei der neunten Ausführungsform erreicht werden. Weiter kann, obwohl die Extrusionseigenschaft von Kupfermaterial derjenigen von Aluminiummaterial unterlegen ist, das Mehrloch-Röhrchen 7, das aus Kupfer hergestellt ist, im Wege der Übernahme des oben beschriebenen Verfahrens leicht hergestellt werden und im wesentlichen die gleiche Struktur und hohe Druck-Widerstandseigenschaft wie diejenige des Aluminiumröhrens 2 bei der neunten Ausführungsform besitzen.

20

Elfte Ausführungsform

Fig. 35A und 35B zeigen ein Röhrchen 8 für einen Wärmetauscher bei einer elften bevorzugten Ausführungsform. Das Röhrchen 8 ist aus drei separaten Teilen, die in **Fig. 35A** dargestellt sind, gebildet, d. h. aus einem aus Kupfer hergestellten Element 41 und aus einem Paar plattenförmiger Deckelelemente 42, 43, die im Wege des Verpressens (des Walzpressens) von Kupfermaterialien gebildet sind. Das Element 41 ist zwischen den Deckelelementen 42, 43 angeordnet und im Wege des Verlötns oder dergleichen thermisch und eng mit diesen verbunden.

- 25 30 Das Element 41 besteht aus einem plattenförmigen Basisbereich 44, aus mehreren ersten Pfeilerbereichen (aus ersten vorstehenden Bereichen) 45, die von einer Fläche (von der oberen Seite in der Figur) des Basisbereichs 44 aus vorstehen, und aus mehreren zweiten Pfeilerbereichen (aus zweiten vorstehenden Bereichen) 46, die von der anderen Fläche (von der unteren Seite in der Figur) des Basisbereichs 44 aus vorstehen.

In dem Röhrchen 8 sind mehrere Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle (erste (oder zweite) Fluid-Kanäle) 47 zwischen der Kanalwand des Deckelelements 43 und der Fläche des Basisbereichs 44 gebildet und durch die ersten Pfeilerbereiche 45 aufgeteilt. Kühl- bzw. Kältemittel (ein erstes (oder ein zweites) Fluid) strömt in dem Kühl- bzw. Kältemittel-Kanal 47. Ferner sind mehrere Wasserkanäle (zweite (oder erste) Fluid-Kanäle) 48 zwischen der Kanalwand des Deckelelements 42 und der anderen Fläche des Basisbereichs 44 gebildet und durch die zweiten Pfeilerbereiche 46 aufgeteilt. Brauchwasser (ein zweites (oder ein erstes) Fluid) strömt in den Wasserkanälen 48.

Zwölftes Ausführungsform

- 55 Als Nächstes wird eine zwölftes bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 36, 37A und 37B** erläutert. Der Wärmetauscher 9 bei der vorliegenden Ausführungsform findet in gleicher bzw. ähnlicher Weise wie bei den obigen Ausführungsformen bei einem Heißwasser-Zuführungssystem der Gattung mit Wärmeleitung zum Zuführen von Heißwasser zu einem häuslichen Badeczimmer, einer Küche oder dergleichen, Anwendung. Bei dem Wärmetauscher 9 erfährt Kühl- bzw. Kältemittel-Gas (beispielsweise CO_2 -Gas), das von einem Kompressor abgegeben wird, einen Wärmeaustausch mit Brauchwasser, um das Brauchwasser zu erhitzen.

Gemäß **Fig. 36, 37A und 37B** besteht der Wärmetauscher

9 aus einem ersten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 51 und einem zweiten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 52, die aus Kupfermaterial im Wege des Extrusionsformung gebildet sind. Das erste Röhrchen 51 und das zweite Röhrchen 52 sind gestapelt und im Wege der Kupferverlötzung oder dergleichen thermisch und fest miteinander verbunden. Das erste Röhrchen 51 ist ein Mehrloch-Röhrchen, dessen Plattendicke dünn ist und das in der Richtung der Kühl- bzw. Kältemittel-Strömung lang ist. In dem ersten Röhrchen 51 sind mehrere Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 53 gebildet, in denen Kühl- bzw. Kältemittel strömt. Das zweite Röhrchen 52 ist ebenfalls ein Mehrloch-Röhrchen, dessen Plattendicke dünn ist und das in der Richtung der Wasserströmung lang ist. In dem zweiten Röhrchen 52 sind mehrere Wasserkanäle 54 gebildet, in denen Wasser strömt.

Dreizehnte Ausführungsform

Nachfolgend wird ein Wärmetauscher 9A bei einer dreizehnten bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 38A und 38B erläutert. In den Figuren sind die gleichen Teile wie diejenigen bei der zwölften Ausführungsform mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Bei der vorliegenden Ausführungsform besteht in gleicher bzw. ähnlicher Weise wie bei der zwölften Ausführungsform der Wärmetauscher 9A aus einem ersten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 51 und einem zweiten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 52, die aus Kupfermaterial im Wege der Extrusionsformung gebildet sind. Das erste Röhrchen 51 und das zweite Röhrchen 52 sind gestapelt und im Wege der Kupferverlötzung oder dergleichen thermisch und fest miteinander verbunden.

Weiter sind konvexe Bereiche 55a und konkave Bereiche 55b abwechselnd (wiederholt) an einer Außenwand des zweiten Röhrchen 52 an der gegenüberliegenden Seite des ersten Röhrchen 51 vorgesehen, um daran konkave und konvexe Bereiche 55 zu bilden. Ferner sind konvexe Bereiche 56a und konkave Bereiche 56b abwechselnd (wiederholt) an einer Kanalwand (an der Innenwand) des zweiten Röhrchen 52 unter Bildung von mehreren Wasserkanälen 54 zur dortigen Ausbildung von konvexen und konkaven Bereichen 56 vorgesehen. Die konkaven und konvexen Bereiche 56 stören die Strömung des Wassers und bringen die Strömung des Wassers zu Turbulenzen in den Wasserkanälen 54. Entsprechend kann die Effizienz des Wärmeaustauschs zwischen Wasser und Kühl- bzw. Kältemittel verbessert werden.

Vierzehnte Ausführungsform

Nachfolgend wird der Wärmetauscher 9B bei einer vierzehnten bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 39A und 39B erläutert, in denen die gleichen Teile wie diejenigen bei der zwölften und dreizehnten Ausführungsform mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei der vorliegenden Ausführungsform besteht in gleicher bzw. ähnlicher Weise wie bei der dreizehnten Ausführungsform der Wärmetauscher 9B aus einem ersten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 51 und aus einem zweiten aus Kupfer hergestellten Röhrchen 52, die gestapelt und im Wege der Kupferverlötzung oder dergleichen thermisch und fest miteinander verbunden.

Bei der vorliegenden Ausführungsform sind konvexe Bereiche 55a und konkav Bereiche 55b abwechselnd (wiederholt) an beiden Außenwänden des zweiten Röhrchen 52 vorgesehen, um dort im Querschnitt konvexe und konkav Bereiche 55 auszubilden. Während weiter mehrere Wasserkanäle in dem zweiten Röhrchen 52 gebildet sind, sind konvexe Bereiche 56a und konkav Bereiche 56b abwechselnd

(wiederholt) an beiden seitlichen Kanalwänden jedes Wasserkanals 54 zur dortigen Bildung konvexer und konkaver Bereiche 56 vorgesehen. Entsprechend ist die Strömung des Wassers durch die konvexen und konkaven Bereiche 56 5 wirksamer gestört als diejenigen bei der dreizehnten Ausführungsform, was zu einer weiteren Verbesserung der Effizienz des Wärmeaustauschs zwischen dem Wasser und dem Kühl- bzw. Kältemittel führt.

Fünfzehnte Ausführungsform

Nachfolgend wird der Wärmetauscher 1A bei einer fünfzehnten bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 40 bis 42 beschrieben, in denen die gleichen Teile 15 wie diejenigen bei der neunten Ausführungsform mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

Der Wärmetauscher 1A gemäß der vorliegenden Ausführungsform findet in gleicher bzw. ähnlicher Weise wie bei der neunten Ausführungsform bei einem Heißwasser-Zuführungssystem mit einer Wärmepumpe Anwendung und besteht aus einem Aluminiumröhren 2, das einen einlassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 11 und einen auslassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälter 12 verbindet, und aus einem Edelstahlröhren 3, das einen einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter 13 und einen auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter 14 verbindet. Das Aluminiumröhren 2 und das Edelstahlröhren 3 sind im Wege der Verlözung mit einem nicht-korrosiven Flussmittel, einer Vakuum-Verlözung oder dergleichen thermisch und eng miteinander verbunden.

Weiter ist in gleicher bzw. ähnlicher Weise wie bei der neunten Ausführungsform ein einlassseitiges Verbindungsstück 15 an einem Ende des einlassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälters 11 vorgesehen, und ist ein auslassseitiges 35 Verbindungsstück 16 an einem Ende des auslassseitigen Kühl- bzw. Kältemittel-Behälters 12 an der gegenüberliegenden Seite des einlassseitigen Verbindungsstücks 15 vorgesehen. Eine einlassseitige Leitung 21 ist mit dem einlassseitigen Wasser-Sammelbehälter 13 verbunden, während 40 eine auslassseitige Leitung 20 mit dem auslassseitigen Wasser-Sammelbehälter 14 verbunden ist.

Das Aluminiumröhren 2 ist ein Mehrloch-Röhrchen, das aus einem Röhrchen-Kernelement 61 herstellt beispielsweise aus einer Aluminiumlegierung, die Aluminium und Mangan (Al-Mn) enthält, besteht. Das Röhrchen-Kernelement 61 ist im Wege der Extrusionsformung gebildet, und besitzt mehrere Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 im Inneren. Eine Röhrchen-Opferschicht 62, deren Korrosionsbeständigkeit derjenigen des Röhrchen-Kernelements 61 unterlegen ist, ist an einer Fläche des Röhrchen-Kernelements 61 ausgebildet. Die Röhrchen-Opferschicht 62 ist beispielsweise aus einer Aluminiumlegierung, die Aluminium und Zink (Al-Zn) enthält, hergestellt.

Das Edelstahlröhren 3 besteht aus einem Paar Edelstahlelementen 4, 5, die miteinander verbunden sind, um darin einen Wasserkanal 24 zu bilden. Die Edelstahlelemente 4, 5 sind aus einem korrosionsbeständigen Metall (aus beispielsweise Edelstahl: SUS) hergestellt, dessen Korrosionsbeständigkeit derjenigen einer Aluminiumlegierung überlegen ist. Eines der Edelstahlelemente 4, 5, d. h. das Edelstahlelement 4, ist mit dem konkaven Bereich 25 ausgebildet, der eine tassenförmige Gestalt besitzt. Eine gewellte Rippe 6 hergestellt aus einem korrosionsbeständigen Metall (aus beispielsweise Edelstahl: SUS), dessen Korrosionsbeständigkeit derjenigen einer Aluminiumlegierung überlegen ist, ist in dem Wasserkanal 24 angeordnet.

Als Nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Wärmetauschers 1A bei der vorliegenden Ausführungsform

unter Bezugnahme auf Fig. 40 bis 42 kurz erläutert.

Zuerst werden das Edelstahlrörchen 3 und das Aluminiumrörchen 2 (Rörchen-Kernelement 61) im Wesentlichen in der gleichen Weise wie bei der neunten Ausführungsform hergestellt. Als Nächstes wird Aluminium-Zink-Pulver auf die Oberfläche des Rörchen-Kernelements 61 aufgesprüht. Dann wird eine Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall mit einer Dicke von etwa 50 µm in das Edelstahlrörchen 3 und in das Aluminiumrörchen 2 eingesetzt.

Hierach wird die Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall innerhalb eines Ofens (Stickstoffatmosphäre) bei einer Temperatur höher als der Schmelzpunkt der Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall und niedriger als der Schmelzpunkt des Rörchen-Kernelement 61 geschmolzen. Entsprechend werden das Aluminiumrörchen 2 und das Edelstahlrörchen 3 im Wege des Verlöten miteinander verbunden. Während dieses Schrittes des Verlöten werden Zinkatome in dem Aluminium-Zink-Pulver, das an dem Rörchen-Kernelement 61 aufgebracht worden ist, in einen Oberflächenbereich der Aluminiumlegierung, die das Rörchen-Kernelement 61 bildet, diffundiert. Als Folge ist die Rörchen-Opferschicht 62 an der Oberfläche des Rörchen-Kernelements 61 gebildet.

Die Verbindung zwischen der Oberfläche des Aluminiumrörchens 2 und der Oberfläche des Edelstahlrörchens 3 kann durch Einsetzen einer dünnen Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall in einen Spalt zwischen den Rörchen 2, 3 und durch Durchführen einer Verlöting mit einem nicht-korrosiven Flussmittel oder einer Vakuum-Verlöting erreicht werden. Die Rörchen 2, 3 können mittels eines hoch-thermisch leitfähigen Klebemittels verbunden sein.

Als Nächstes werden die Wirkungen der vorliegenden Erfindung erläutert. Wenn das Edelstahlrörchen 3 an seinem Inneren korrodiert und die Korrosion forschreitet, sodass Wasser von dem Wasserkanal 24 des Edelstahlrörchens aus austreten kann, kann das Aluminiumrörchen 2 durch das austretende Wasser koordinieren. Wenn einer der Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 des Rörchens 2 mit dem Wasser-Durchtritt 24 des Rörchens 3 in Verbindung steht, kann, weil der Druck des Kühl- bzw. Kältemittels höher als derjenige des Wassers ist, Kühl- bzw. Kältemittel von dem Rörchen 2 aus austreten und in das Rörchen 3 eintreten.

Zur Lösung dieses Problems ist bei dem Wärmetauscher 1A der vorliegenden Ausführungsform die Rörchen-Opferschicht 62, deren Korrosionsbeständigkeit niedriger als diejenige des Rörchen-Kernelements 61 ist, an der Oberfläche des Aluminiumrörchens 2, d. h. an der Oberfläche des Rörchen-Kernelements 21, angeordnet. Die Rörchen-Opferschicht 62 besitzt ein elektrisches Potential, das beispielsweise um 100 mV niedriger als dasjenige des Rörchen-Kernelements 61 ist. Daher wird sogar dann, wenn infolge des Wassers eine lokale Batterie an diesem Bereich gebildet wird, die Rörchen-Opferschicht 62, die ein niedrigeres elektrisches Potential besitzt, selektiv korrodiert. Daher kommt der Kühl- bzw. Kältemittel-Kanal 24 des Aluminiumrörchens 2 nicht mit dem Wasserkanal 24 des Edelstahlrörchens 3 in Verbindung, und strömt das Wasser in Richtung nach außen. Es ist somit verhindert, dass Kühl- bzw. Kältemittel in den Wasserkanal eindringt, weil das Wasser festgestellt wird.

Sechzehnte Ausführungsform

Fig. 43 zeigt die hauptsächliche Ausbildung des Wärmetauschers bei einer sechzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform besteht das Wasserkanal-Rörchen aus einem Aluminiumrörchen 63 statt aus einem Edelstahlrörchen. Das

Aluminiumrörchen 63 ist ein flaches Rörchen mit einer elliptischen Querschnittsgestalt. Das Aluminiumrörchen 63 wird beispielsweise durch Einspritzen einer Aluminiumlegierung, die Aluminium und Mangan enthält, in ein Formwerkzeug für Mehrloch-Rörchen und durch Durchführen einer heißen Extrusionsformung hergestellt. Mehrere Wasserkanäle 64, deren Querschnitt jeweils im Allgemeinen rechteckig ist, werden in dem Aluminiumrörchen 63 gebildet und durch Pfeilerbereiche 65 aufgeteilt.

10

Siebzehnte Ausführungsform

Fig. 44 zeigt den hauptsächlichen Aufbau des Wärmetauschers bei einer siebzehnten bevorzugten Ausführungsform.

Bei dieser Ausführungsform besteht der Wärmetauscher aus einem Aluminiumrörchen 2 für Wasser und aus einem Aluminiumrörchen 63 für Kühl- bzw. Kältemittel. Wenn die Aluminiumrörchen 2, 63 miteinander verlötet werden, wird pulverförmiges Flussmittel (beispielsweise Flussmittel des Fluorsystems), das Zinkpulver enthält, zum Verlöten verwendet. Entsprechend wird eine potentiell niedrige (Basis) Zinkdiffusionsschicht 66 nur an dem Verbindungsberg zwischen den Aluminiumrörchen 2 und 63 gebildet. Die Zinkdiffusionsschicht 66 wird aus einer Aluminiumlegierung, die Aluminium und Zink enthält, hergestellt und besitzt eine Korrosionsbeständigkeit, die derjenigen des Aluminium-Kernelements jedes Rörchens unterlegen ist.

Wenn die Aluminiumrörchen 2, 63 miteinander verlötet werden, kann eine Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall herge-

30 stellt aus einer Aluminiumlegierung, die Aluminium und Zink enthält und eine Dicke von etwa 50 µm aufweist, zwischen den Aluminiumrörchen 2 und 63 angeordnet werden. In diesem Zustand werden sie in einem Ofen (in einer Stickstoffatmosphäre) bei einer Temperatur höher als der Schmelzpunkt der Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall erhitzt. Als eine Folge werden die Aluminiumrörchen 2, 63 im Wege des Verlöten miteinander verbunden. Während dieses Schrittes der Verlöting werden Zinkatome in der Aluminiumfolie aus Lötfüllmetall an dem Verbindungsberg zwischen den Rörchen 2 und 63 zur Bildung der Zinkdiffusionsschicht (der Rörchen-Opferschicht) 66 an dem Verbindungsberg diffundiert.

Bei den obigen Ausführungsformen werden das Alumini-

umrörchen 2 und das Edelstahlrörchen 3 im Wege der 45 Verlöting miteinander verbunden; jedoch können die Rörchen 2, 3 mittels eines hoch-thermisch leitfähigen Klebemittels oder einer Folie verbunden werden. Andererseits können die Rörchen 2, 3 durch Löten, Schweißen oder dergleichen miteinander verbunden werden. Obwohl das Rörchen 3 aus Edelstahlelementen, die zu einer tassenförmigen Gestalt ausgebildet sind, gebildet wird, kann es aus Kupferelementen gebildet werden, die zu einer tassenförmigen Gestalt ausgebildet sind. Obwohl das Rörchen 32 und die plattenförmigen Deckelelemente 42, 43 aus Kupfer hergestellt 50 sind, können sie aus Edelstahl mit den gleichen Strukturen hergestellt werden.

Bei den obigen Ausführungsformen sind die Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 23 in dem Aluminiumrörchen 2, die Kühl- bzw. Kältemittel-Kanäle 53 in dem ersten aus Kupfer

60 hergestellten Rörchen 51, die Wasserkanäle 52 in dem zweiten aus Kupfer hergestellten Rörchen 52 mit einem kreisförmigen Querschnitt unter Berücksichtigung einer hohen Druckwiderstandscigenschaft gebildet. Jedoch können die Querschnittsgestalten der Kanäle verschiedene Gestalten, beispielsweise eine rechteckige, eine dreieckige, eine H-förmige Gestalt und dergleichen besitzen. Es ist ersichtlich, dass irgendeine der oben beschriebenen ersten bis siebzehnten Ausführungsformen mit einer weiteren Ausfüh-

rungsform der Ausführungsformen in geeigneter Weise kombiniert werden kann.

Zwar ist die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsformen dargestellt und beschrieben worden, jedoch ist für den Fachmann ersichtlich, dass Veränderungen der Form und von Einzelheiten durchgeführt werden können, ohne den Umfang der Erfindung gemäß Definition in den beigefügten Ansprüchen zu verlassen.

10 Patentansprüche

1. Wärmetauscher umfassend:
ein erstes Röhrchen (221, 1223, 3), das in seinem Inneren einen ersten Fluidkanal begrenzt, in dem ein erstes 15 Fluid strömt; und
ein zweites Röhrchen (222, 222A, 1221, 2), das das erste Röhrchen berührt und in seinem Inneren einen zweiten Fluidkanal begrenzt, in dem ein zweites Fluid strömt,
wobei das erste Röhrchen eine erste Verbindungsfläche 20 aufweist, die mit einer zweiten Verbindungsfläche des zweiten Röhrchens verlötet ist; und
wobei eine Vertiefung (G) an der ersten Verbindungsfläche zur Aufteilung der ersten Verbindungsfläche in 25 mindestens zwei Bereiche derart vorgesehen ist, dass die erste Verbindungsfläche mit der zweiten Verbindungsfläche an den Bereichen mit Ausnahme der Vertiefung verlötet ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, wobei: 30 das erste Röhrchen aus zwei Plattenelementen (221b, 221c) zusammengesetzt ist, die miteinander an einem Verbindungsbereich (P) verbunden sind und die dort den ersten Fluidkanal bilden; und die Vertiefung durch den Verbindungsbereich begrenzt ist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, wobei: 35 die Plattenelemente, die das erste Röhrchen bilden, flache Flächen besitzen, die dort den ersten Fluidkanal bilden; und
der Verbindungsbereich durch Wandbereiche (H) der Plattenelemente geschaffen ist, wobei die Wandbereiche einander fest berühren und einen besonderen Winkel mit einer Ebene parallel zu den flachen Flächen bilden.
4. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei: das erste Röhrchen aus einem ersten Material hergestellt ist; und das zweite Röhrchen aus einem zweiten Material hergestellt ist, das sich von dem ersten Material unterscheidet.
5. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das erste Röhrchen und das zweite aus dem gleichen Material hergestellt sind, das entweder Kupfer oder Edelstahl ist.
6. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 55 1–5, wobei das zweite Röhrchen (222A) aus einer Vielzahl von Kapillarröhrchen zusammengesetzt ist, die parallel zueinander angeordnet sind.
7. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1–6, wobei: 60 das erste Fluid Wasser ist; und
das zweite Fluid ein Kühl- bzw. Kältemittel ist.
8. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1–7, wobei:
das zweite Röhrchen in vertikaler Richtung unter dem ersten Röhrchen angeordnet ist; und
das erste Fluid in dem ersten Röhrchen zur Aufnahme 65 von Wärme von dem in dem zweiten Röhrchen strö-

menden zweiten Fluid strömt.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, wobei:
das erste Fluid Wasser ist; und
das zweite Fluid ein Kühl- bzw. Kältemittel ist.
10. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1–7, wobei das erste und das zweite Röhrchen vertikal angeordnet sind.
11. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1–8, wobei das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen derart angeordnet sind, dass die erste Verbindungsfläche und die zweite Verbindungsfläche zu der horizontalen Richtung nicht parallel verlaufen.
12. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1–11, wobei der erste Fluidkanal, der in dem ersten Röhrchen begrenzt bzw. gebildet ist, derart serpentiniformig ausgebildet ist, dass er eine zweite Fluid-Richtung rechtwinklig kreuzt, in der das zweite Fluid in dem zweiten Fluidkanal strömt.
13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, wobei:
das erste Röhrchen eine Vielzahl von ersten Röhrchen-Körpern (1223a) aufweist, die je das zweite Röhrchen berühren und deren Längsrichtung jeweils rechtwinklig zu derjenigen des zweiten Röhrchens verläuft; und
das erste Fluid in jedem der Vielzahl von ersten Röhrchen-Körpern in einer ersten Fluid-Richtung rechtwinklig zu der zweiten Fluid-Richtung und parallel zu der Längsrichtung jedes der Vielzahl von ersten Röhrchen-Körpern strömt.
14. Wärmetauscher nach Anspruch 13, wobei die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper eine Vielzahl von Wärmetauscher-Kernen (Ca) mit den zweiten Röhrchen bildet, wobei die Vielzahl der Wärmetauscher-Kerne in einer Richtung etwa rechtwinklig sowohl zu der ersten Fluid-Richtung als auch der zweiten Fluid-Richtung angeordnet sind.
15. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 13 und 14, wobei das zweite Röhrchen serpentiniformig derart verläuft, dass es sich in einer Richtung rechtwinklig zu der zweiten Fluid-Richtung und zu der Längsrichtung jedes der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper erstreckt.
16. Wärmetauscher nach Anspruch 13 weiter umfassend einen ersten Röhrchen-Sammelbehälter (1223b), der zwei benachbarte der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper verbindet, um die erste Fluid-Richtung unter 180° zwischen den beiden der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper umzukehren.
17. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 13, weiter umfassend eine innere Rippe (1223f), die in den ersten Röhrchen angeordnet ist und eine Vielzahl von Segmenten (1223g) aufweist, die mit einer Schichtungsanordnung versetzt angeordnet sind.
18. Wärmetauscher nach Anspruch 17, wobei:
die innere Rippe einen ersten Rippenbereich (1223k), der in einem ersten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine erste Gruppe von Segmenten (1223g) aufweist, die mit einer ersten Teilung (P) in einer Richtung etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung angeordnet sind, und einen zweiten Rippenbereich (1223j) aufweist, der in einem zweiten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine zweite Gruppe von Segmenten (1223g) aufweist, die mit einer zweiten Teilung (P) in Richtung etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung angeordnet sind;
der erste Teil des ersten Röhrchens an der Auslassseite des ersten Röhrchens in Hinblick auf den zweiten Teil vorgesehen ist; und
die erste Teilung größer als die zweite Teilung ist.

19. Wärmetauscher nach Anspruch 17, wobei: die erste Rippe einen ersten Rippenbereich (1223k), der in einem ersten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine erste Gruppe von Segmenten (1223g) aufweist, wobei jede Plattenfläche (1223h) derselben etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung verläuft, und einen zweiten Rippenbereich (1223j) aufweist, der in einem zweiten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine zweite Gruppe von Segmenten (1223g) aufweist; der erste Teil des ersten Röhrchens an der Aussenseite des ersten Röhrchens in Hinblick auf den zweiten Teil vorgesehen ist.

20. Wärmetauscher nach Anspruch 19, wobei die zweite Gruppe von Segmenten des zweiten Rippenbereichs Plattenflächen (1223h) etwa parallel zu der ersten Fluid-Richtung aufweist.

21. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 20, wobei:
das erste Fluid Wasser ist und in dem ersten Röhrchen strömt, das aus Kupfer oder Edelstahl hergestellt ist;
das zweite Fluid ein Kühl- bzw. Kältemittel ist und in dem zweiten Röhrchen strömt, das aus Aluminium hergestellt ist;

das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen über ein Verbindungselement (1246) mit einer Aluminiumschicht und einer Lötfüllmetall-Schicht miteinander verlötet sind.

22. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 21, wobei:
die Strömung des zweiten Fluids in dem zweiten Röhrchen eine Temperatur höher als diejenigen der Strömung des ersten Fluids in dem ersten Röhrchen besitzt; und
das zweite Röhrchen einem Raum (1224) an der gegenüberliegenden Seite des ersten Röhrchens ausgesetzt ist, der das zweite Röhrchen berührt, wobei der Raum zur thermischen Isolierung vorgesehen ist.

23. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 22, weiter umfassend ein Verstärkungselement (1228), das an einer Seite eines ersten Röhrchens von erstem und zweitem Röhrchen gegenüberliegend einem zweiten Röhrchen von erstem und zweitem Röhrchen vorgesehen ist, wobei das eine erste Röhrchen eine Biegesteifigkeit geringer als das eine zweite Röhrchen besitzt, wobei das Verstärkungselement zur Vergrößerung der Biegesteifigkeit des einen ersten Röhrchens vorgesehen ist.

24. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 23, wobei:
das erste Fluid, das in dem ersten Röhrchen strömt, Wasser ist;
das erste Röhrchen aus einem ersten metallischen Material mit einer Korrosionsbeständigkeit gegenüber Wasser hergestellt ist;
das zweite Röhrchen aus einem zweiten metallischen Material mit einer hohen Verformbarkeit hergestellt ist; und
ein Verbindungselement zwischen dem ersten Röhrchen und dem zweiten Röhrchen zur gemeinsamen Verbindung des ersten Röhrchens und des zweiten Röhrchens angeordnet ist.

25. Wärmetauscher nach Anspruch 24, wobei das Verbindungslement eine Diffusionsschicht ist, die Zink enthält.

26. Wärmetauscher nach Anspruch 1, wobei: das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen miteinander über eine Diffusionsschicht, die zwischen diesen angeordnet ist, verlötet sind, wobei die Diffusionsschicht Zink ent-

27. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 23, wobei:
das erste Fluid Wasser ist und in dem ersten Röhrchen strömt;
das zweite Fluid ein Kühl- bzw. Kältemittel ist und in dem zweiten Röhrchen mit einem höheren Druck und einer höheren Temperatur als diejenigen des in dem ersten Röhrchen strömenden Wassers strömt; und
ein Verbindungselement zwischen dem ersten Röhrchen und dem zweiten Röhrchen zur gemeinsamen Verbindung des ersten Röhrchens und des zweiten Röhrchens angeordnet ist.

28. Wärmetauscher nach Anspruch 27, wobei: das zweite Röhrchen aus einem Röhrchen-Kernelement (61), in dem der zweite Fluidkanal ausgebildet ist, und aus einer Opferschicht (62) besteht, die an einer Fläche des Röhrchen-Abdeckungselementes vorgesehen ist, wobei die Opferschicht ein elektrisches Potential niedriger als dasjenige des ersten Röhrchen-Kernelements besitzt.

29. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 27 und 28, wobei: das Verbindungselement eine Diffusionsschicht ist, die ein Lötfüllmetall und Zink enthält.

30. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 27 bis 29, wobei:

das zweite Röhrchen ein Mehrloch-Röhrchen ist, das aus einem Aluminiummaterial im Wege einer Extrusion gebildet ist; und

das erste Röhrchen aus einem metallischen Material mit einer Korrosionsbeständigkeit hergestellt ist, die derjenigen des Aluminiummaterials überlegen ist.

31. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 30, wobei:

das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen gegenseitig gestapelt sind;

mindestens ein Röhrchen von erstem Röhrchen und zweitem Röhrchen eine innere Wand besitzt, die einen entsprechenden Kanal von erstem Fluidkanal und zweitem Fluidkanal bildet, wobei die innere Wand konkave und konvexe Bereiche (56, 56a, 56b) besitzt.

32. Wärmetauscher nach Anspruch 1, wobei: mindestens ein Röhrchen von erstem Röhrchen und zweitem Röhrchen aus einem Röhrchen-Kernelement (61), in dem ein entsprechender Kanal von erstem Fluidkanal und zweitem Fluidkanal gebildet ist, und aus einer Opferschicht (62) besteht, die an einer Fläche des Röhrchen-Kernelements vorgesehen ist, wobei die Opferschicht ein elektrisches Potential niedriger als dasjenige des Röhrchen-Kernelements besitzt.

33. Wärmetauscher umfassend:
das erste Röhrchen (1223) einen ersten Fluidkanal bildet bzw. begrenzt, in dem ein erstes Fluid strömt; und
das zweite Röhrchen (1221) das erste Röhrchen berührt und in seinem Inneren einen zweiten Fluidkanal bildet bzw. begrenzt, in dem ein zweites Fluid strömt,
wobei das erste Röhrchen aus einer Vielzahl von ersten Röhrchen-Körpern (1223a) besteht, die parallel zueinander derart angeordnet sind, dass das erste Fluid in der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper entlang eines serpentinenförmigen Weges strömt, und derart, dass das erste Fluid in jedem Körper der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper in einer ersten Fluid-Richtung etwa rechtwinklig zu einer zweiten Fluid-Richtung strömt, in der das zweite Fluid in den zweiten Fluidkanal des zweiten Röhrchens strömt.

34. Wärmetauscher nach Anspruch 33, wobei die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper in einer Richtung

rechtwinklig zu der Längsrichtung derselben und rechtwinklig zu der Längsrichtung des zweiten Röhrchens angeordnet ist.

35. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 und 34, wobei das zweite Röhrchen mäanderförmig 5 derart verläuft, dass es sich in der Richtung erstreckt, in der die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper angeordnet ist, und dass es eine Vielzahl von zweiten Röhrchen-Bereichen aufweist, die sich je in der zweiten Fluid-Richtung derart erstrecken, dass das zweite Fluid 10 in jedem Bereich der Vielzahl der zweiten Röhrchen-Bereiche in der zweiten Fluid-Richtung zur Bildung eines serpentinienförmigen Weges strömt.

36. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 35, wobei die Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper 15 in der Längsrichtung des zweiten Röhrchens angeordnet ist.

37. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 36, weiter umfassend einen ersten Röhrchen-Sammelbehälter (1223b), der zwei benachbarte Körper 20 der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper zur Umkehrung der ersten Fluid-Richtung um 180° zwischen den beiden benachbarten Körpern der Vielzahl der ersten Röhrchen-Körper verbindet.

38. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 37, weiter umfassend eine innere Rippe (1223f), die in dem ersten Röhrchen angeordnet ist und eine Vielzahl von Segmenten (1223g) aufweist, die mit einer Schichtungsanordnung versetzt angeordnet sind.

39. Wärmetauscher nach Anspruch 38, wobei: 30 die innere Rippe einen ersten Rippenbereich (1223k), der in einem ersten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine erste Gruppe von Segmenten aufweist, die mit einer ersten Teilung (P) in einer Richtung etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung angeordnet 35 sind, und einen zweiten Rippenbereich (1223j) aufweist, der in einem zweiten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine zweite Gruppe von Segmenten aufweist, die mit einer zweiten Teilung (P) in der Richtung etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung 40 angeordnet sind;

der erste Teil des ersten Röhrchens an der Auslassseite des ersten Röhrchens in Hinblick auf den zweiten Teil vorgesehen ist; und

die erste Teilung größer als die zweite Teilung ist. 45

40. Wärmetauscher nach Anspruch 38, wobei: die innere Rippe einen ersten Rippenbereich (1223k), der in einem ersten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine erste Gruppe von Segmenten aufweist, wobei jede Plattenfläche (1223h) derselben etwa rechtwinklig zu der ersten Fluid-Richtung verläuft, und einen zweiten Rippenbereich aufweist, der in einem zweiten Teil des ersten Röhrchens angeordnet ist und eine zweite Gruppe von Segmenten aufweist; und 50 der erste Teil des ersten Röhrchens an der Auslassseite des ersten Röhrchens in Hinblick auf den zweiten Teil vorgesehen ist.

41. Wärmetauscher nach Anspruch 40, wobei die zweite Gruppe von Segmenten des zweiten Rippenbereichs Plattenflächen etwa parallel zu der ersten Fluid-Richtung besitzt. 60

42. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 41, wobei:

das erste Fluid Wasser ist und in dem ersten Röhrchen strömt, das entweder aus Kupfer oder aus Edelstahl 65 hergestellt ist;

das zweite Fluid ein Kühl- bzw. Kältemittel ist und in den zweiten Röhrchen strömt, das aus Aluminium her-

gestellt ist;

das erste Röhrchen und das zweite Röhrchen über ein Verbindungselement (1246) miteinander verlötet sind, das eine Aluminiumschicht und eine Lötfüllmetall-Schicht besitzt.

43. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 42, wobei:

das zweite Fluid, das in den zweiten Röhrchen strömt, eine Temperatur höher als diejenige des ersten Fluids besitzt, das in den ersten Röhrchen strömt; und das zweite Röhrchen einen Raum (1224) an der gegenüberliegenden Seite des ersten Röhrchens, die das zweite Röhrchen berührt, ausgesetzt ist, wobei der Raum zur thermischen Isolierung vorgesehen ist.

44. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 42, weiter umfassend ein Verstärkungselement (1228), das an einer Seite eines ersten Röhrchens von erstem und zweitem Röhrchen einem zweiten Röhrchen von erstem und zweitem Röhrchen gegenüberliegend vorgesehen ist, wobei das eine erste Röhrchen eine Biegesteifigkeit geringer als diejenige des einen zweiten Röhrchens aufweist und das Verstärkungselement zur Vergrößerung der Biegesteifigkeit des einen ersten Röhrchens vorgesehen ist.

45. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 44, weiter umfassend eine Stützkonsole (1247) zum Festlegen eines Raums (1224) zwischen zwei benachbarten Kernen der Vielzahl von ersten Röhrchen-Kernen.

46. Wärmetauscher nach irgendeinem der Ansprüche 33 bis 45, weiter umfassend:
ein Luft-Abführungselement (1223m), das an der oberen Seite des ersten Röhrchens zur Abführung von Luft aus dem ersten Röhrchen vorgesehen ist;
und ein Fluid-Abführungselement (1223n), das an der unteren Seite des ersten Röhrchens zur Abführung des zweiten Fluids aus dem ersten Röhrchen vorgesehen ist.

47. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers, umfassend:

die Bildung eines ersten Röhrchens (221), das in seinem Inneren einen ersten Fluidkanal für ein erstes Fluid bildet, aus ersten und zweiten Plattenelementen, dadurch dass:

das erste und das zweite Plattenelement (221b, 221c) mindestens in einem Verbindungsbereich (P) miteinander in Berührung gebracht werden;
der Verbindungsbereich des ersten und des zweiten Plattenelements durch Unterdrucksetzung deformiert werden, bis der Verbindungsbereich einen Berührungs-Wandbereich (H) aufweist, der einen besonderen Winkel (O) mit einer flachen Hauptwand eines Elements von erstem und zweitem Plattenelement bildet, wobei die flache Hauptwand den ersten Fluidkanal bildet; und das erste und das zweite Plattenelement verlötet werden, während die Gestalt des Berührungs-Wandbereichs beibehalten wird;

ein zweites Röhrchen, das in seinem Inneren einen zweiten Fluidkanal für ein zweites Fluid bildet bzw. begrenzt, hergestellt wird; und

die flache Hauptwand des ersten Röhrchens an der gegenüberliegenden Seite des ersten Fluidkanals mit einer Verbindungsfläche des zweiten Röhrchens verlötet wird.

48. Verfahren nach Anspruch 47, wobei:

das erste und das zweite Plattenelement, die das erste Röhrchen bilden, aus einem ersten Material hergestellt werden; und

das zweite Röhrchen aus einem zweiten Material hergestellt wird, das sich von dem ersten Material unterscheidet.

49. Verfahren nach Anspruch 47, wobei das erste und das zweite Plattenelement, die das erste Röhrchen bilden, und das zweite Röhrchen aus dem gleichen Material hergestellt werden, das entweder Kupfer oder Edelstahl ist. 5

50. Verfahren nach Anspruch 49, wobei das Verlöten des ersten und des zweiten Plattenelements und das Verlöten des ersten Röhrchens und des zweiten Röhrchens gleichzeitig durchgeführt werden. 10

51. Röhrchen für einen Wärmetauscher mit einer Vielzahl von Kanälen in seinem Inneren, wobei das Röhrchen hergestellt ist durch: 15

die Bildung eines flachen Röhrchens (32), das aus einem ersten metallischen Material hergestellt ist;

die Bildung eines Trennelements (31), das aus einem zweiten metallischen Material hergestellt ist;

das Einsetzen des Trennelements in das flache Röhrchen derart, dass ein innerer Kanal des flachen Röhrchens in eine Vielzahl von Kanälen (37, 38) durch das Trennelement aufgeteilt ist; und 20

das thermische Verbinden des flachen Röhrchens und des Trennelements.

52. Röhrchen nach Anspruch 51, wobei das ersten metallischen Material und das zweite metallischen Material zueinander identisch sind

53. Röhrchen nach irgendeinem der Ansprüche 51 und 52, wobei: 30

das Trennelement aus einem plattenförmigen Basisbereich (34), aus einem ersten Pfeilerbereich (35), der von einer ersten Fläche des Basisbereichs aus vorsteht, und aus einem zweiten Pfeilerbereich (36), der von einer zweiten Fläche des Basisbereichs aus an der gegenüberliegenden Seite des ersten Pfeilerbereichs vorsteht, besteht; 35

der Basisbereich den inneren Kanal des flachen Röhrchens in erste und zweite Kanäle aufteilt;

der erste Pfeilerbereich den ersten Kanal in eine Vielzahl von ersten Kanälen (37) aufteilt, in denen ein erstes Fluid strömt; und 40

der zweite Pfeilerbereich den zweiten Kanal in eine Vielzahl von zweiten Kanälen (38) aufteilt, in denen ein zweites Fluid strömt.

54. Röhrchen für einen Wärmetauscher mit einer Vielzahl von Kanälen in seinem Inneren, wobei das Röhrchen hergestellt ist durch:

die Bildung eines ersten und einer zweiten Plattenelements (42, 43), die aus einem ersten metallischen Material hergestellt sind; 50

die Bildung eines Trennelements (41), das aus einem zweiten metallischen Material hergestellt ist;

das Zusammenfügen des ersten und des zweiten Plattenelements und des Trennelements derart, dass der erste und der zweite Kanal (47, 48) zwischen dem Trennelement und dem ersten Plattenelement und zwischen dem Trennelement und dem zweiten Plattenelement gebildet sind; und 55

die thermisch einstückige Ausbildung des ersten und des zweiten Plattenelements und des Trennelements.

55. Röhrchen nach Anspruch 54, wobei das erste metallischen Material und das zweite metallischen Material zueinander identisch sind.

56. Röhrchen nach irgendeinem der Ansprüche 54 und 65 55, wobei:

das Trennelement aus einem plattenförmigen Basisbereich (44), aus einer Vielzahl von ersten Pfeilerelemen-

ten (45), die von einer ersten Fläche des Basisbereichs aus vorsteht, und aus einer Vielzahl von zweiten Pfeilerbereichen (46) besteht, die von einer zweiten Fläche des Basisbereichs aus an der gegenüberliegenden Seite des ersten Pfeilerbereichs vorsteht; der erste Kanal (47), in dem ein erstes Fluid strömt, durch das erste Plattenelement, die erste Fläche des Basisbereichs und die Vielzahl der ersten Pfeilerbereiche gebildet ist; und der zweite Kanal (48), in dem ein zweites Fluid strömt, durch das zweite Plattenelement, die zweite Fläche des Basisbereichs und die Vielzahl der zweiten Pfeilerbereiche gebildet ist.

Hierzu 34 Seite(n) Zeichnungen

FIG. I

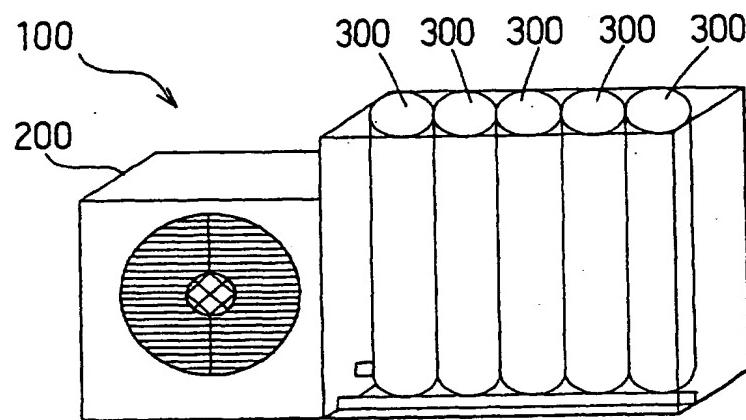


FIG. 2

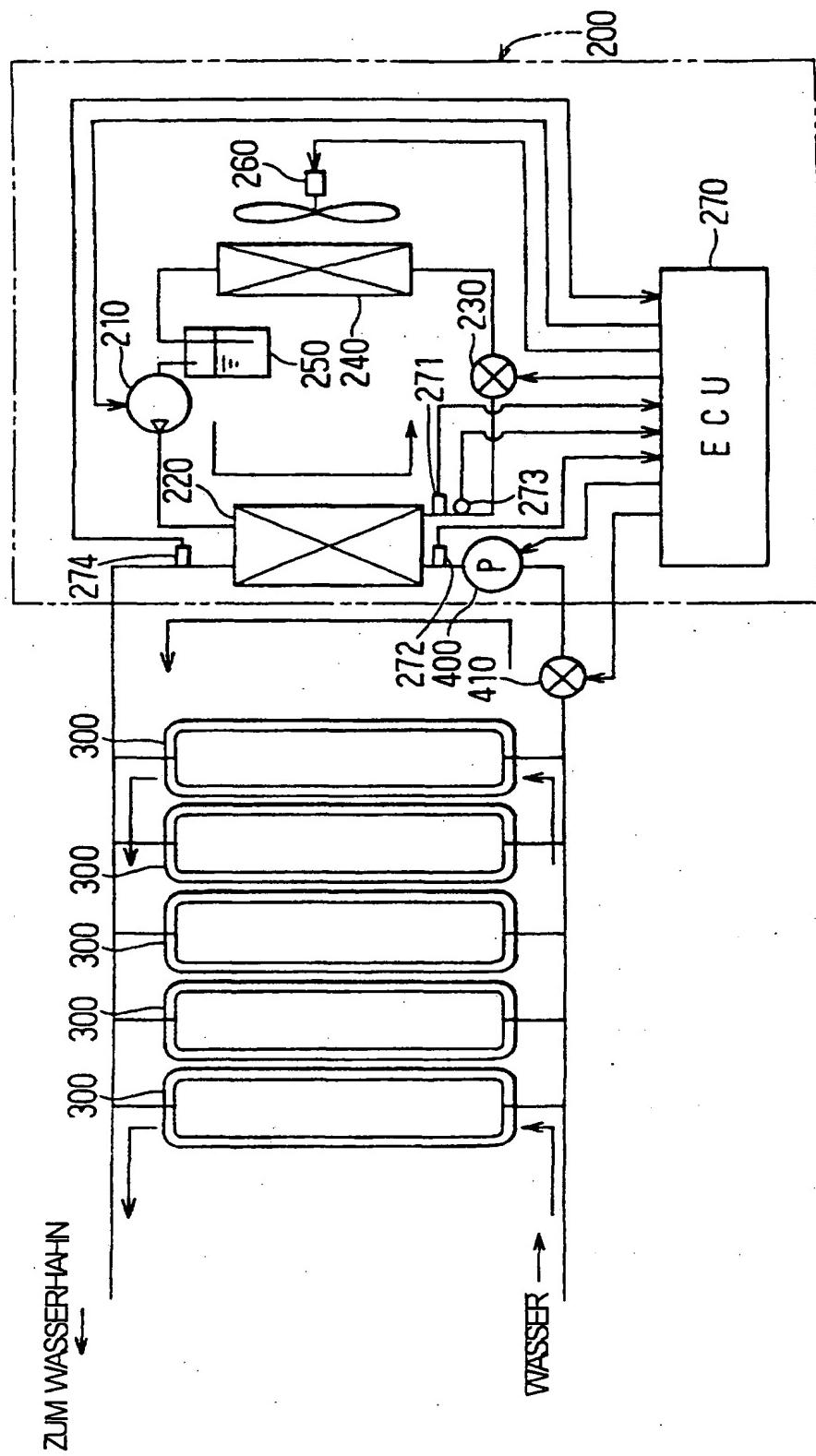


FIG. 3A

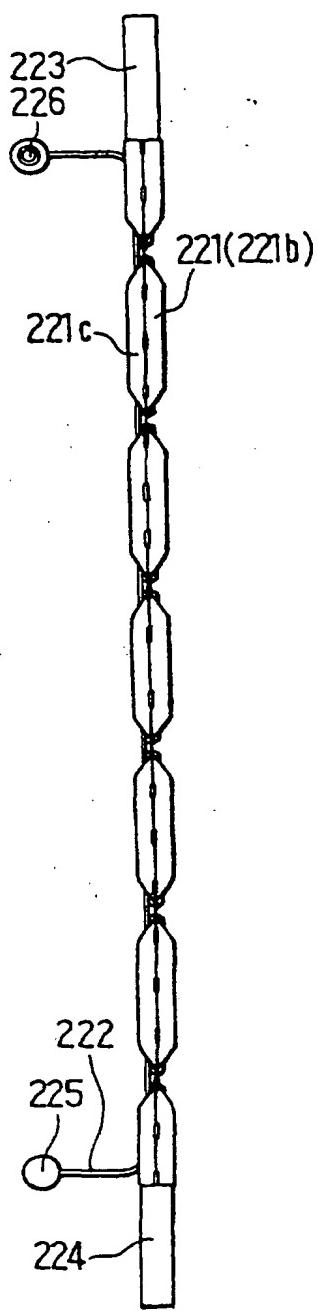


FIG. 3B

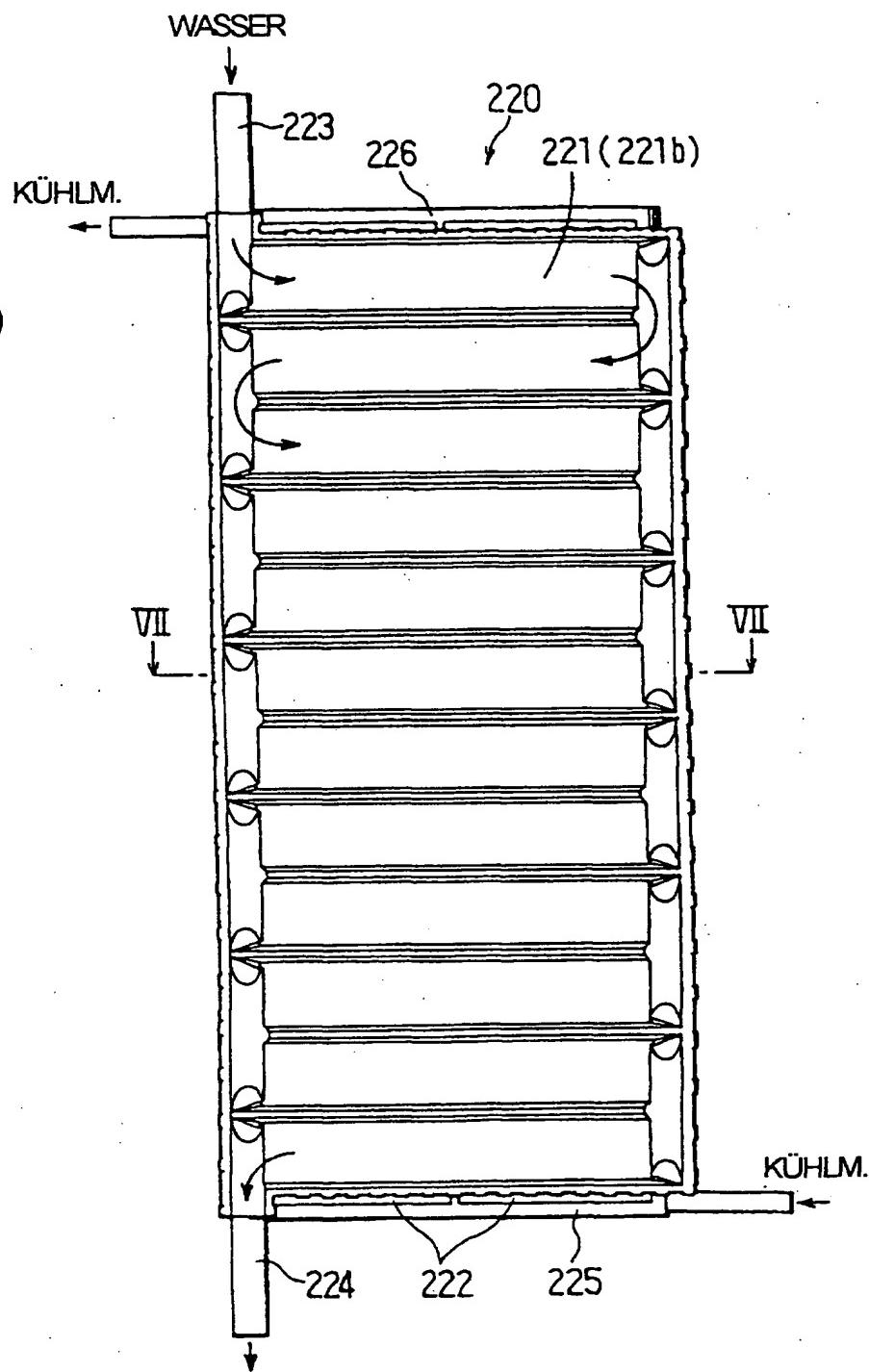


FIG. 4A

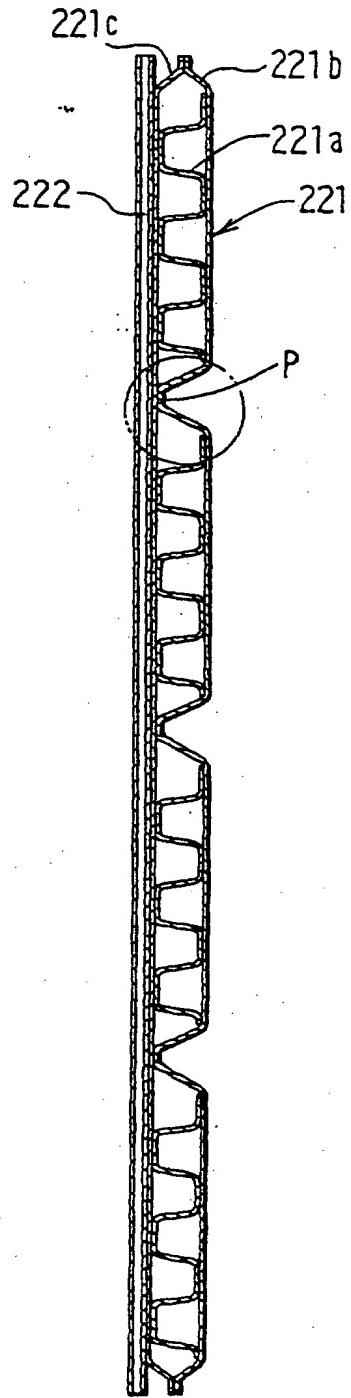


FIG. 4B

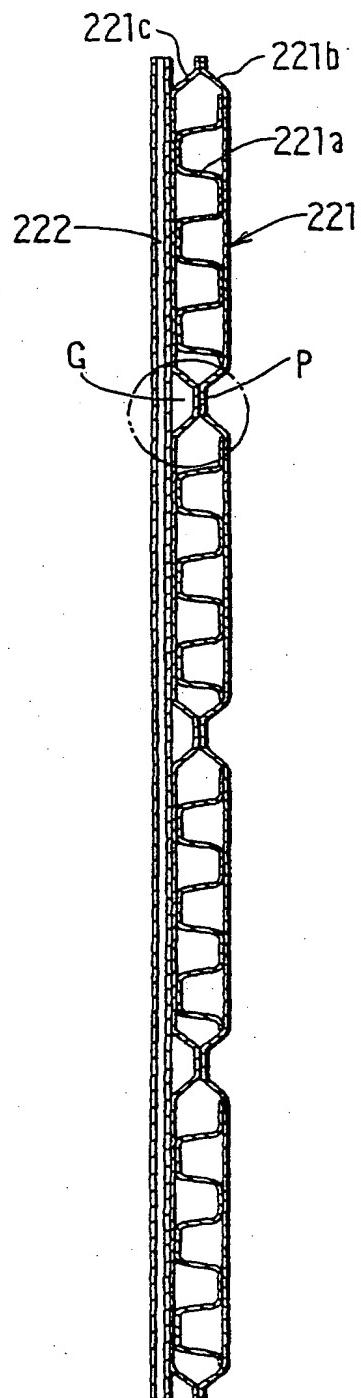


FIG. 5A

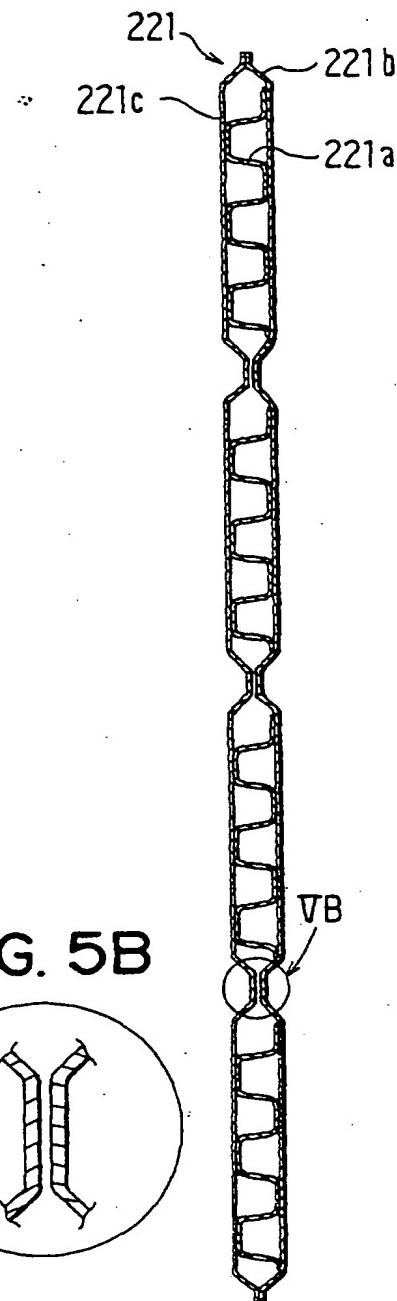


FIG. 6A

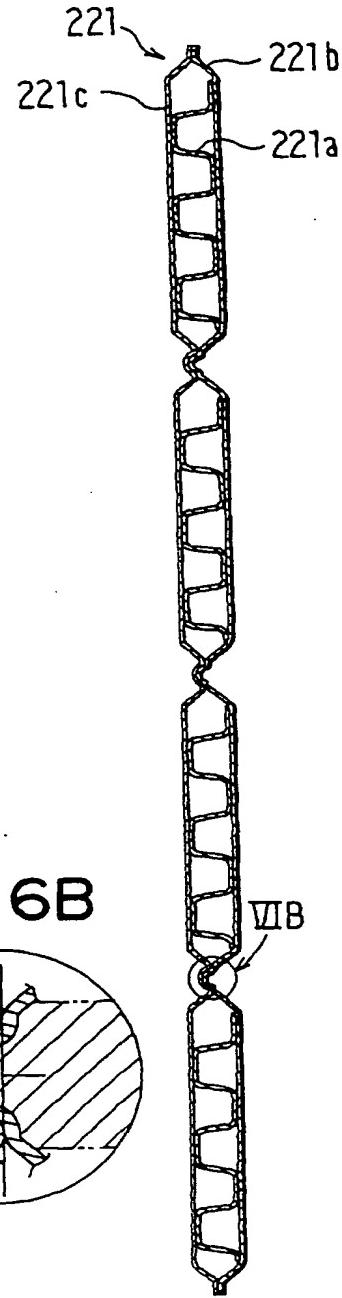


FIG. 5B

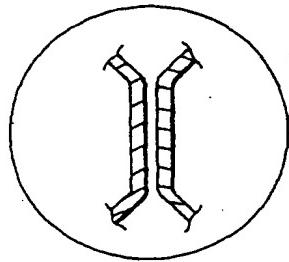


FIG. 6B

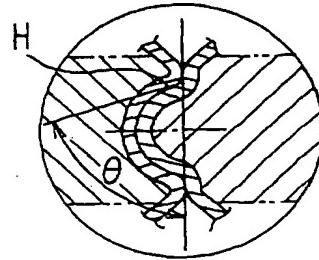


FIG. 7

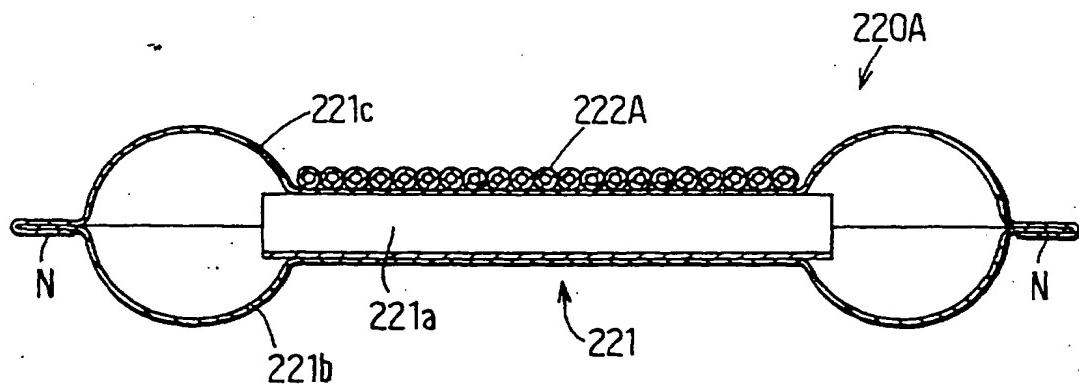


FIG. 8B

FIG. 8D

FIG. 8A

FIG. 8C

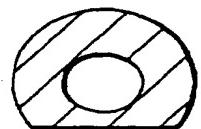
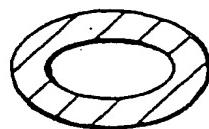
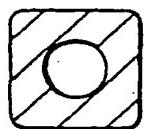
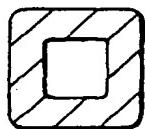


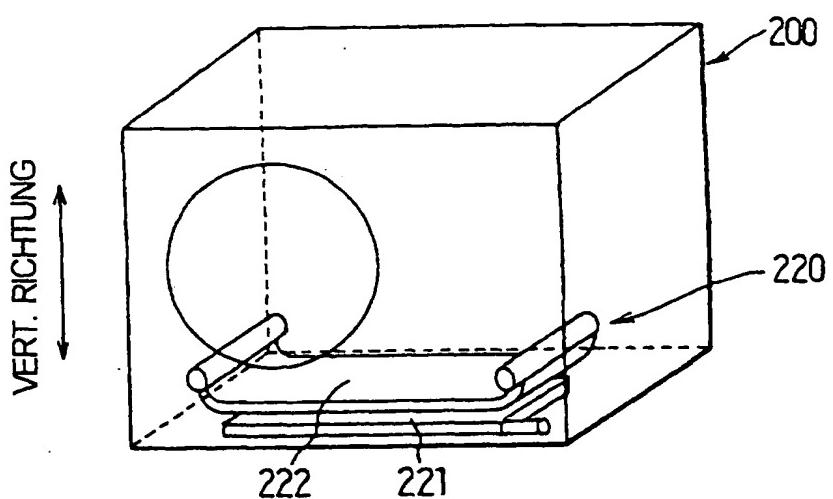
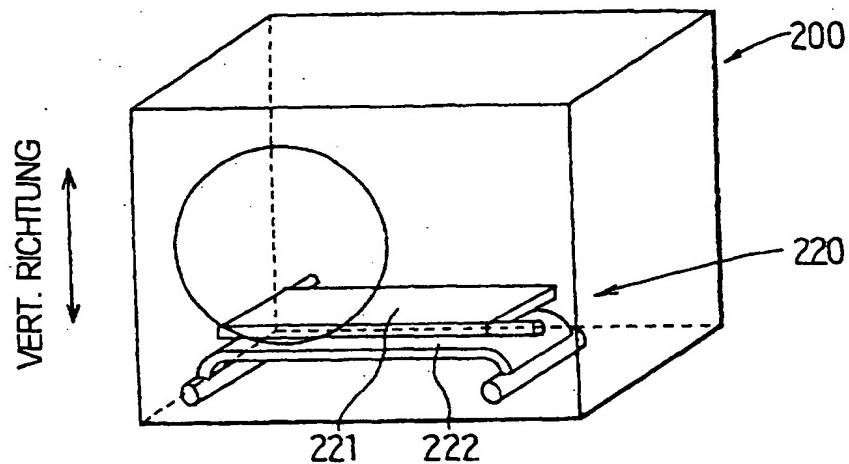
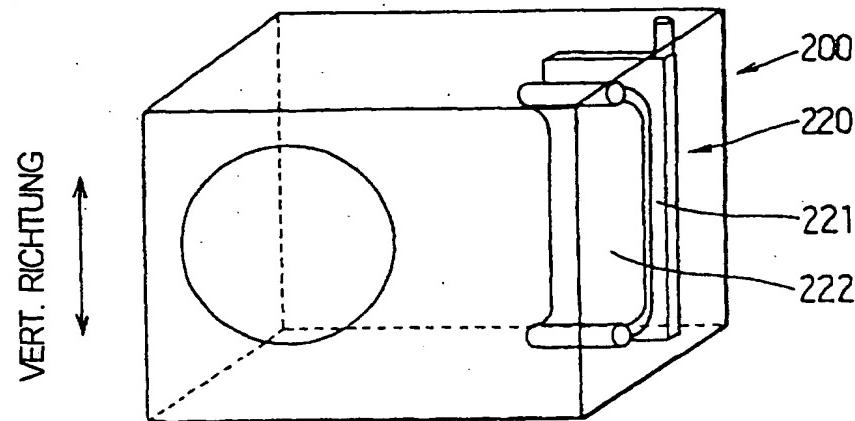
FIG. 9A**FIG. 9B****FIG. 9C**

FIG. 10

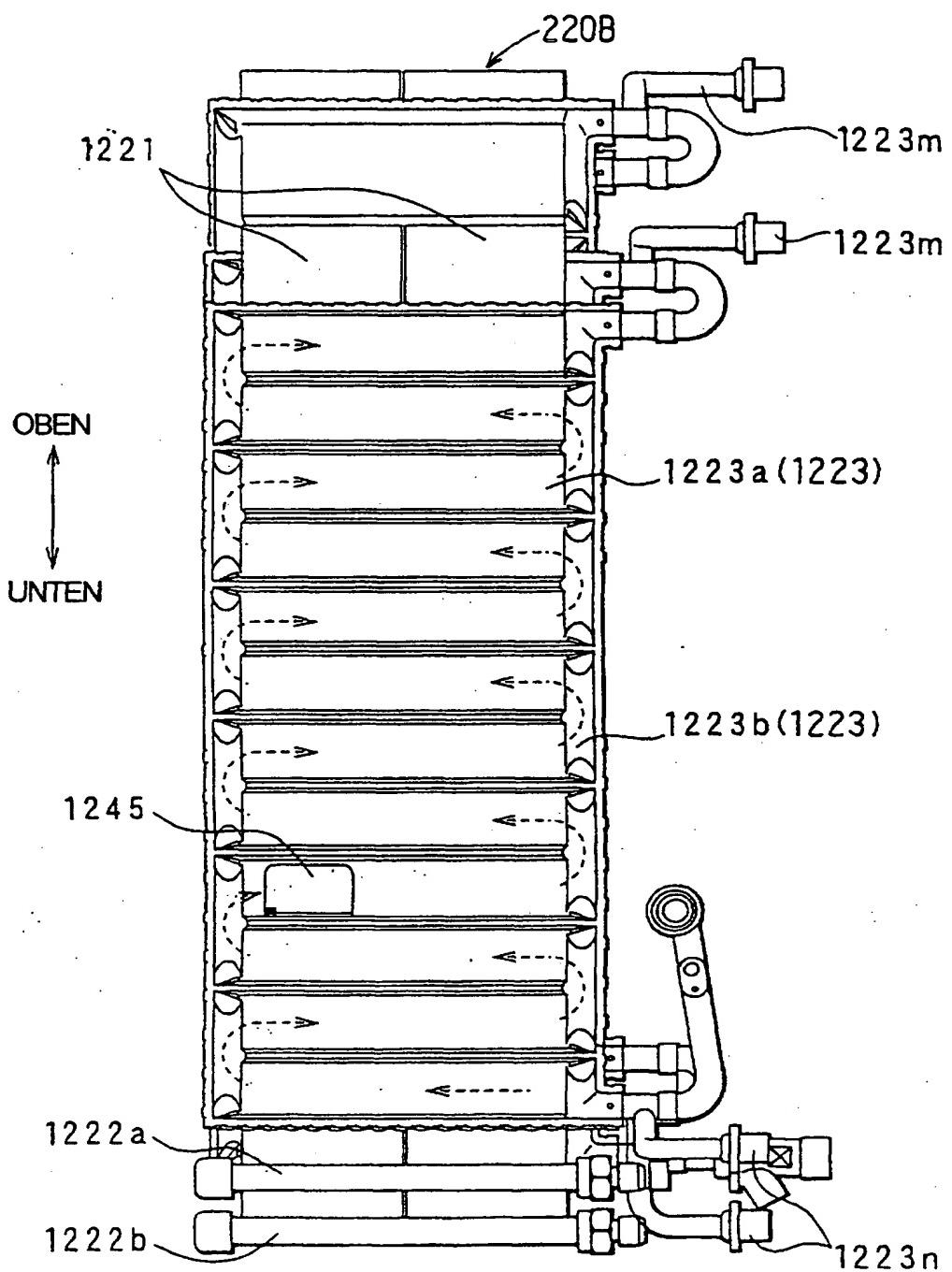


FIG. II

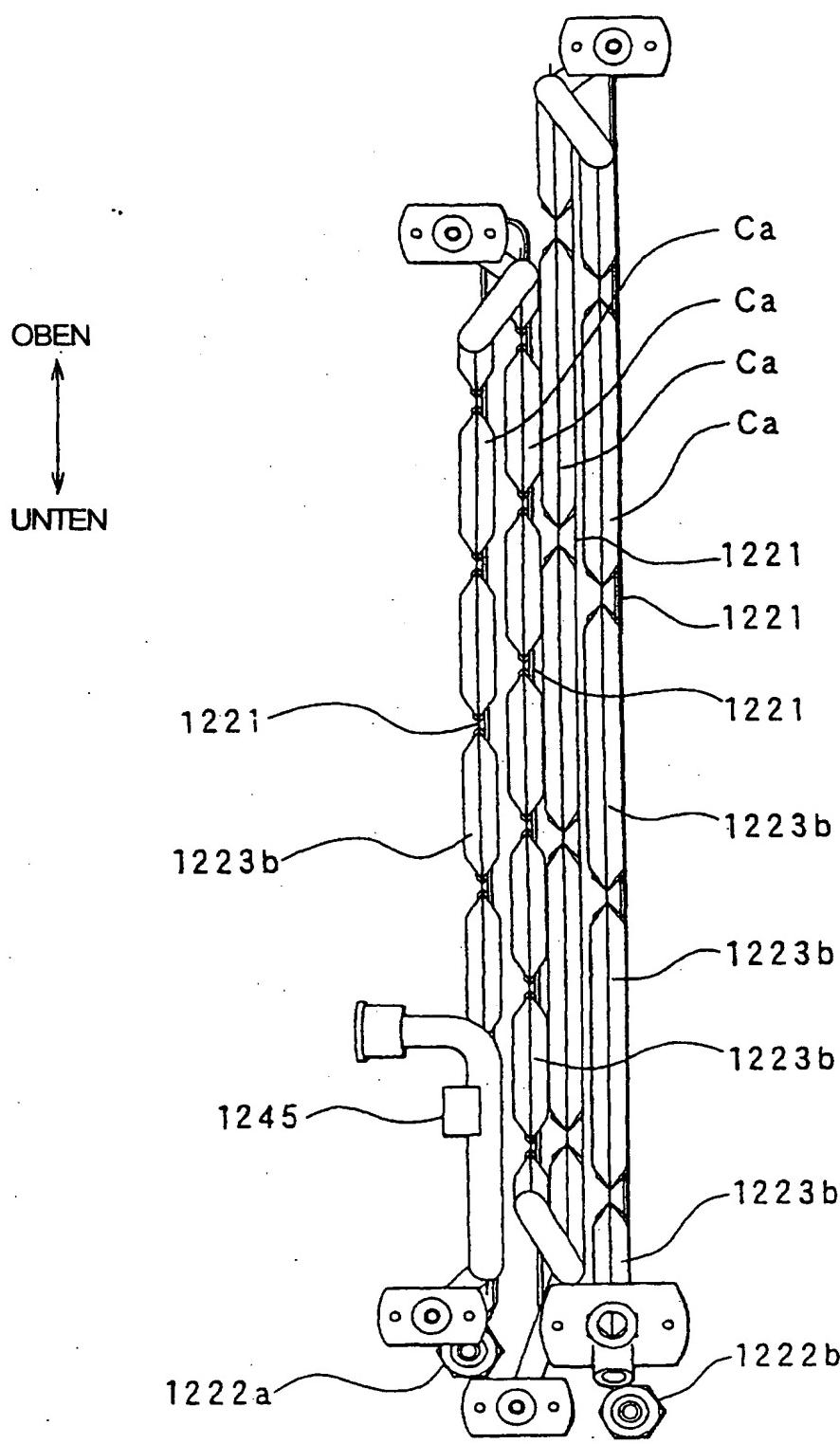


FIG. 12

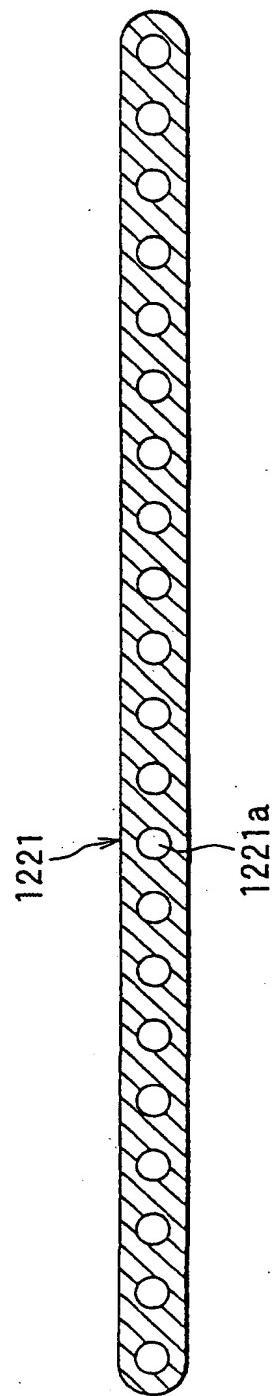


FIG. 13

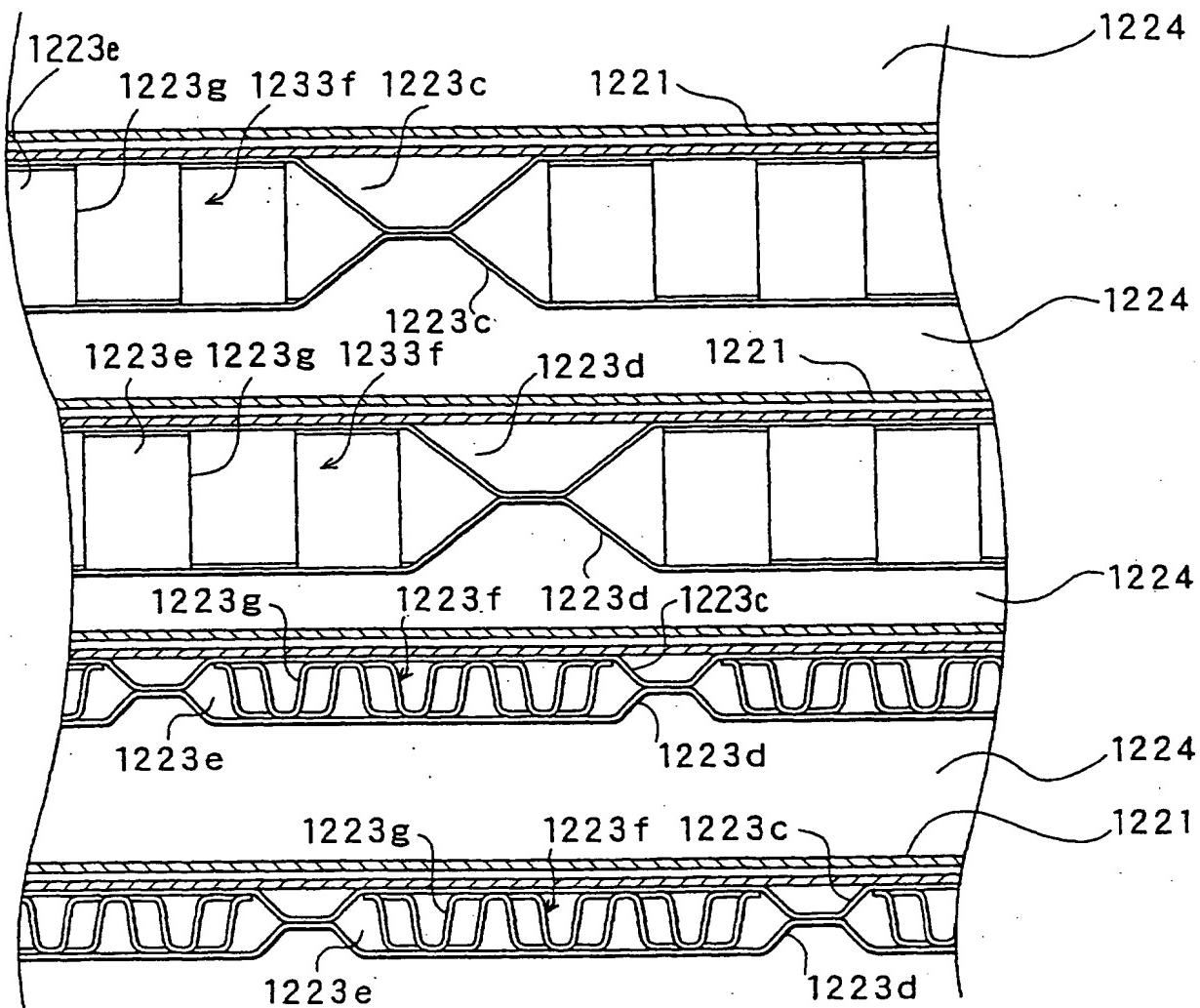


FIG. 14

WASSERSTRÖMUNGSRICHTUNG

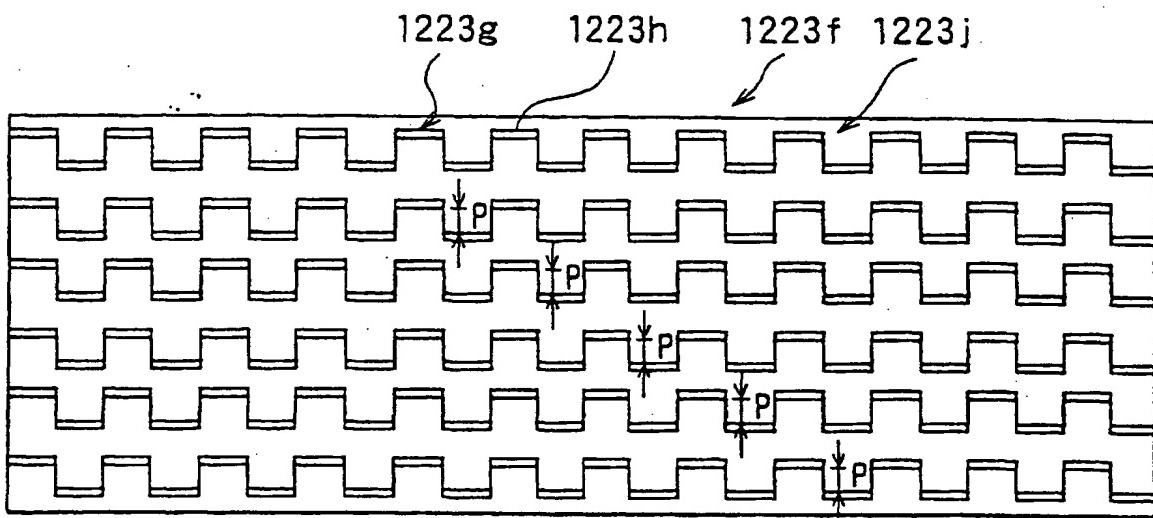


FIG. 15

WASSERSTRÖMUNGSRICHTUNG

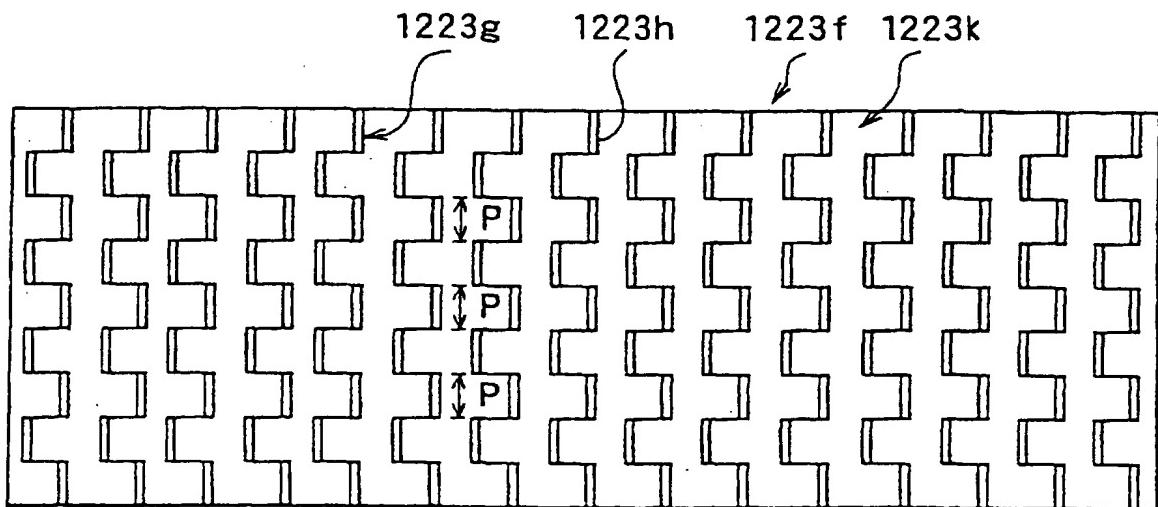


FIG. 16

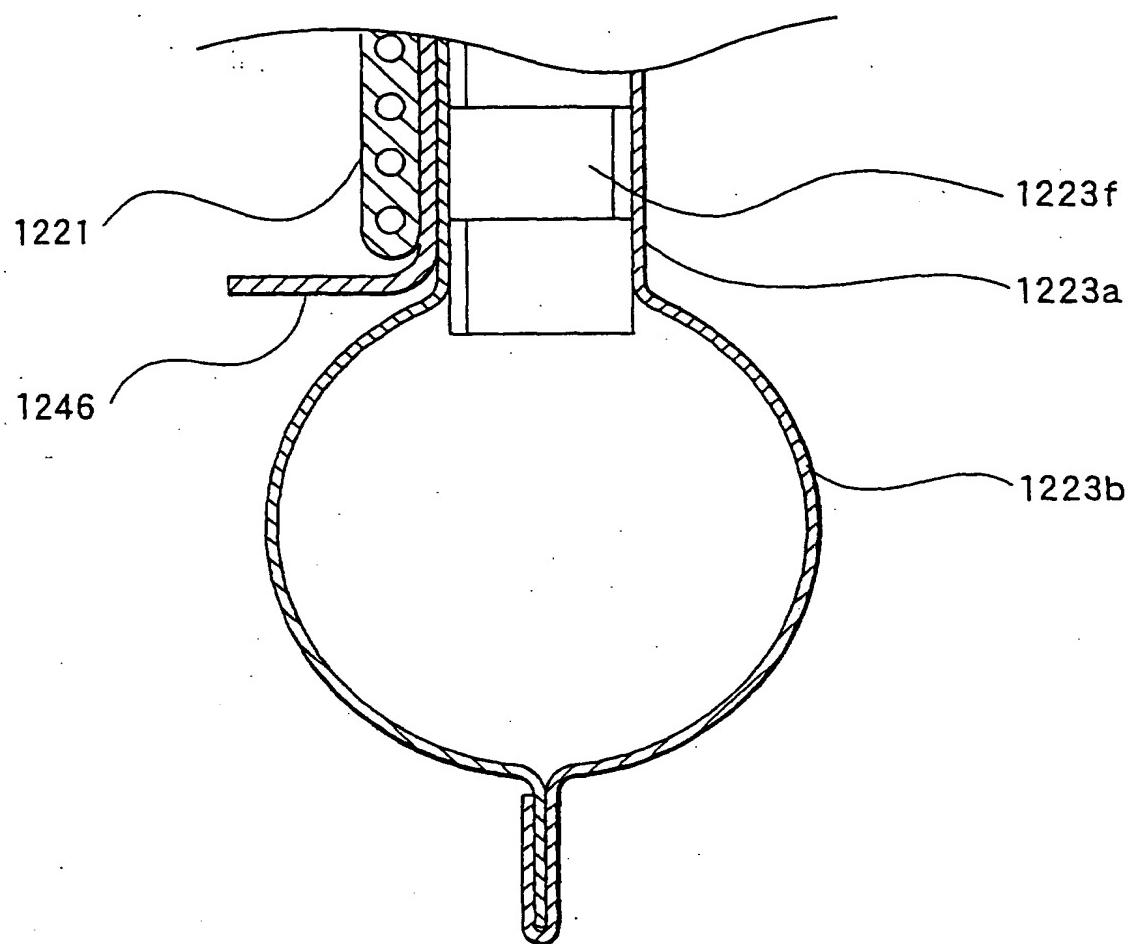


FIG. 17

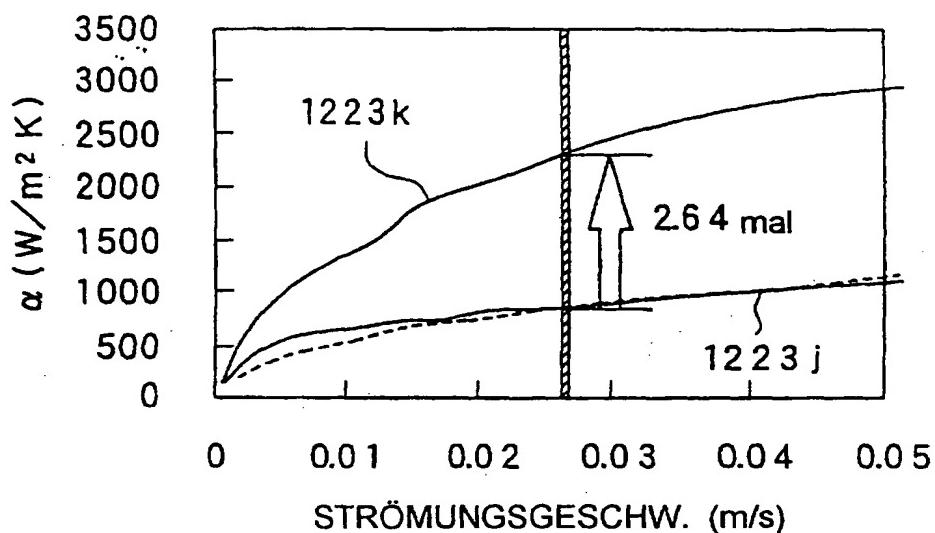


FIG. 18

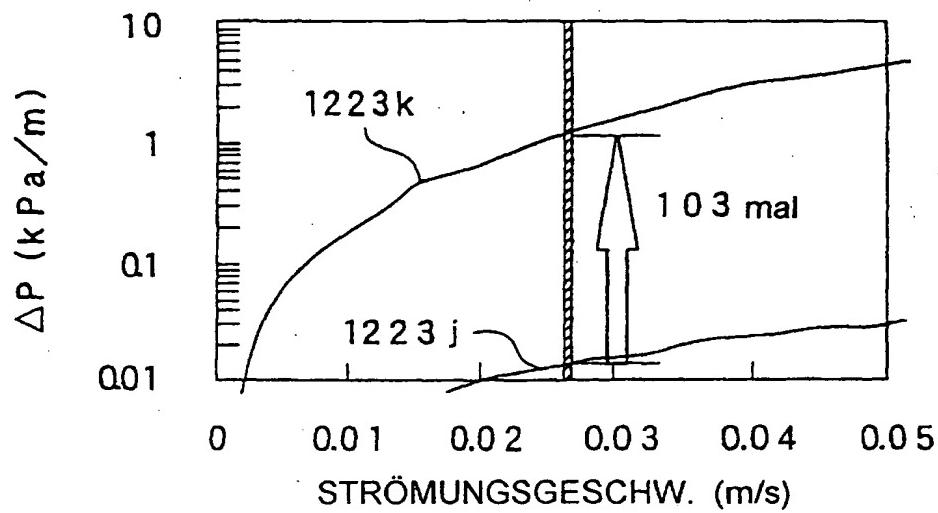


FIG. 19

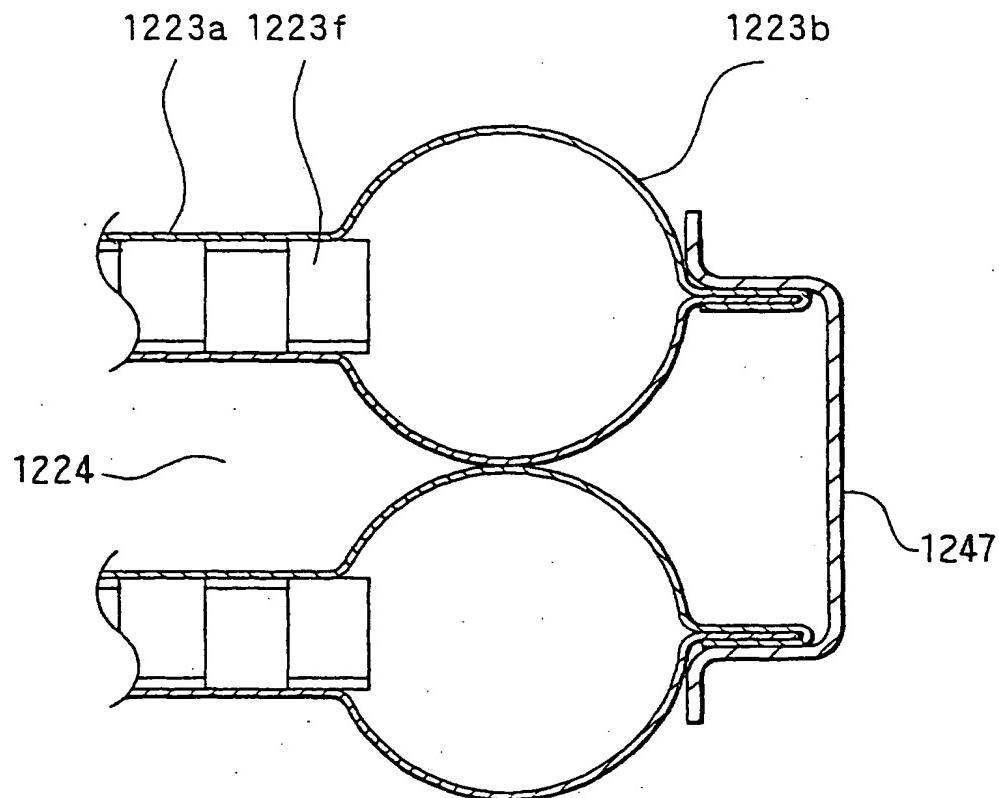


FIG. 20

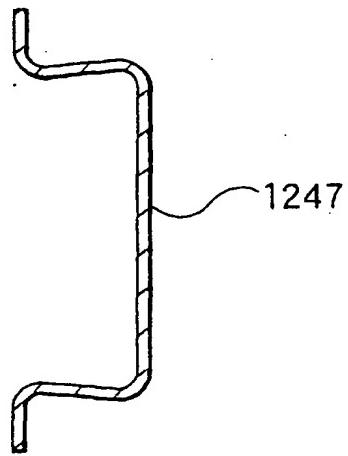


FIG. 21

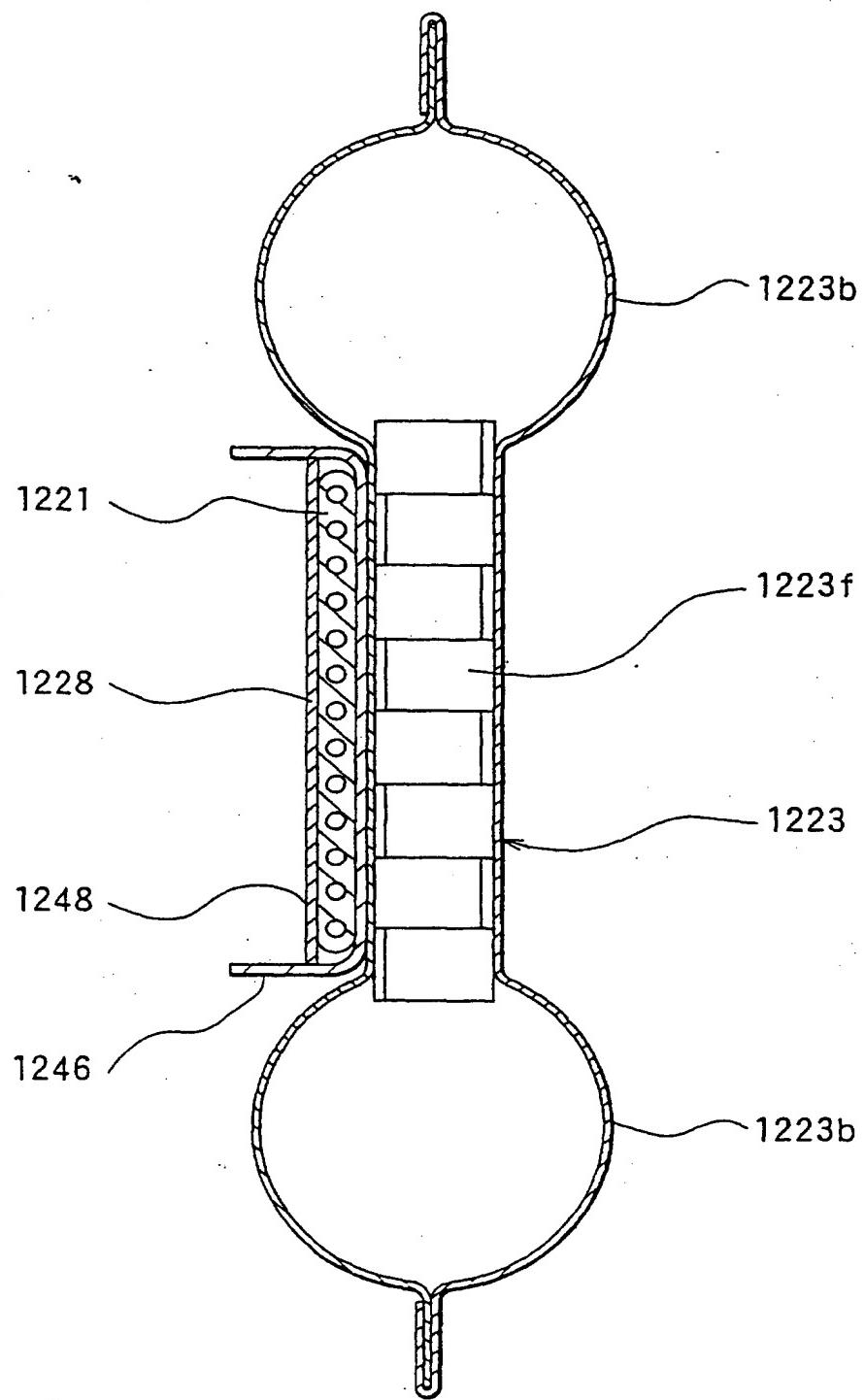


FIG. 22

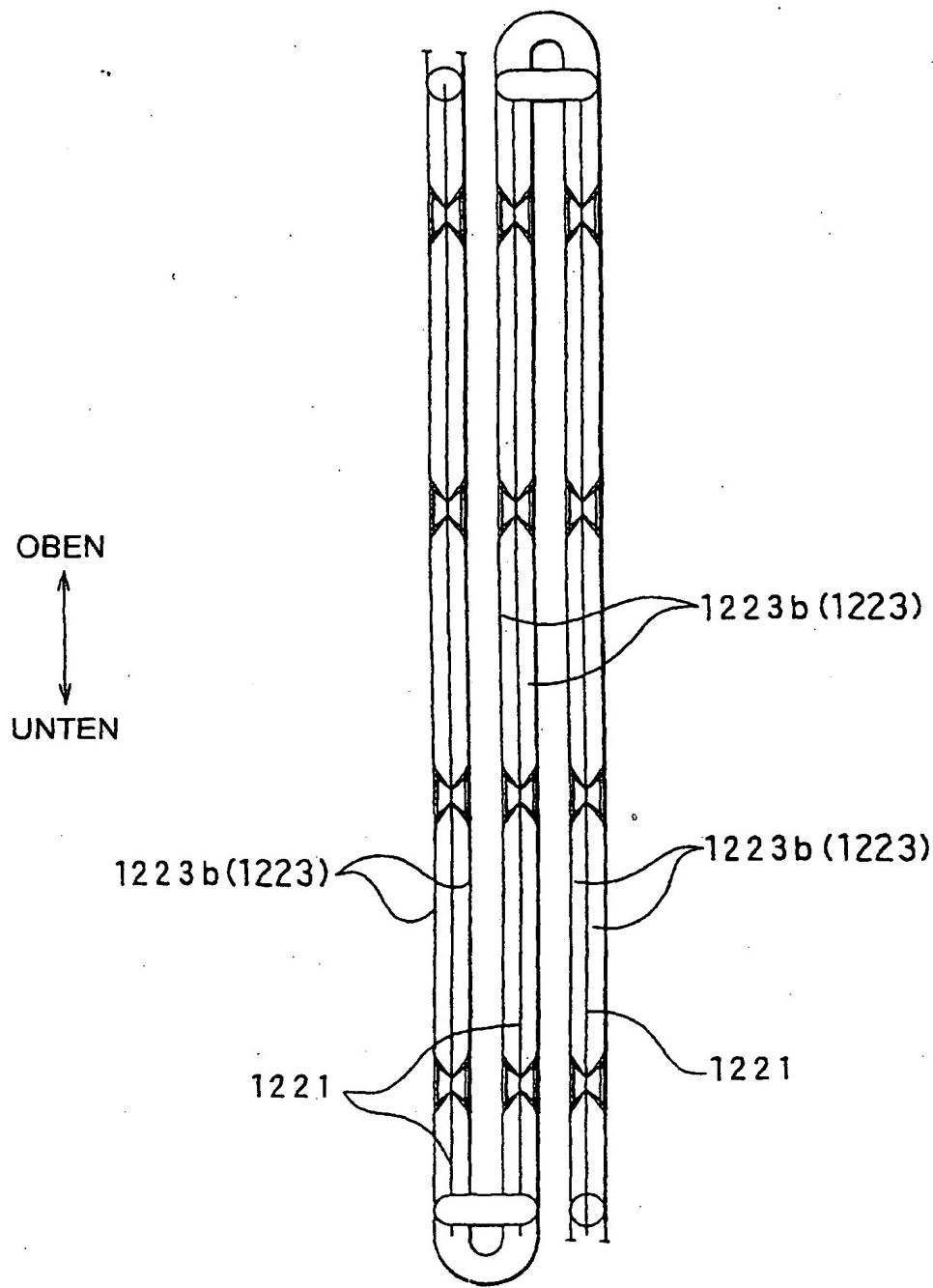


FIG. 23

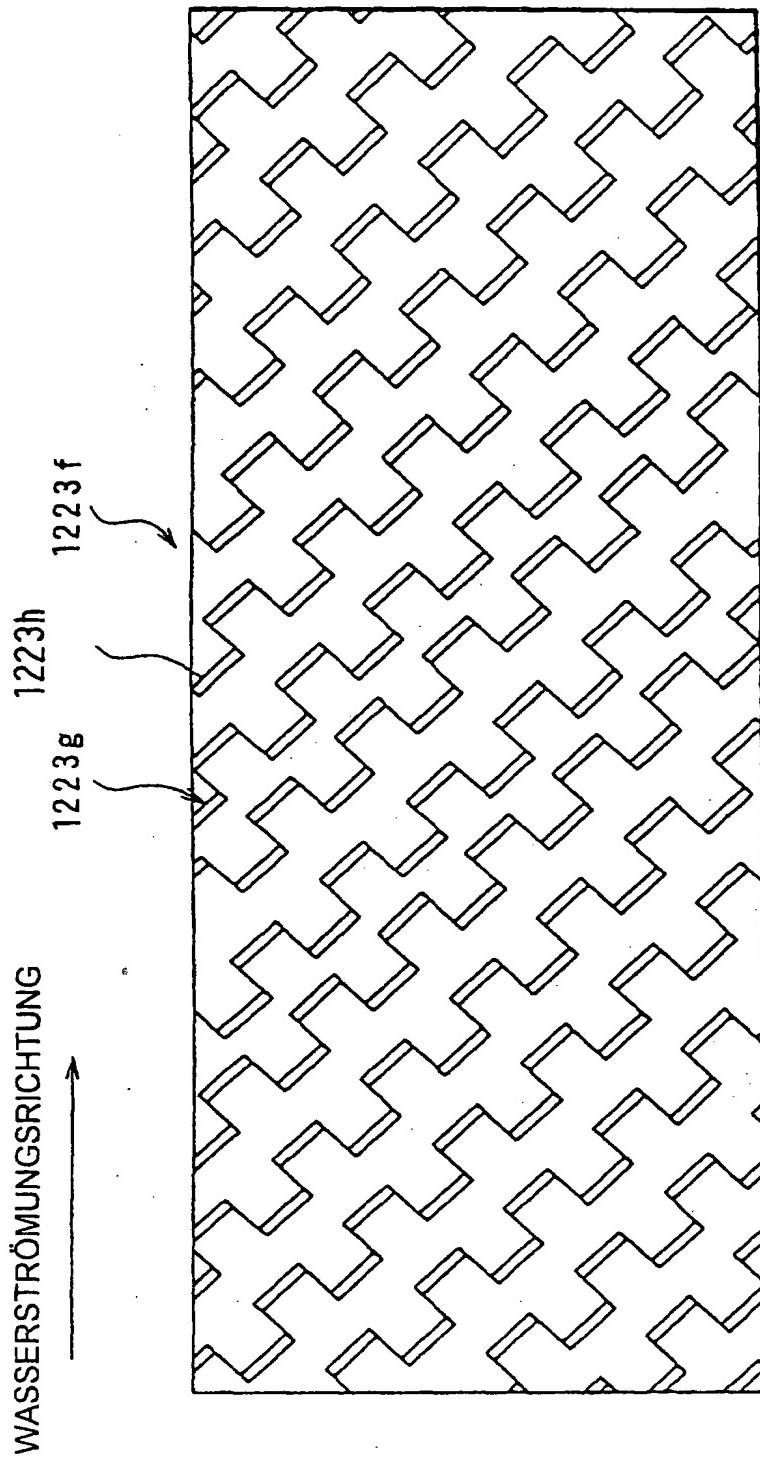


FIG. 24

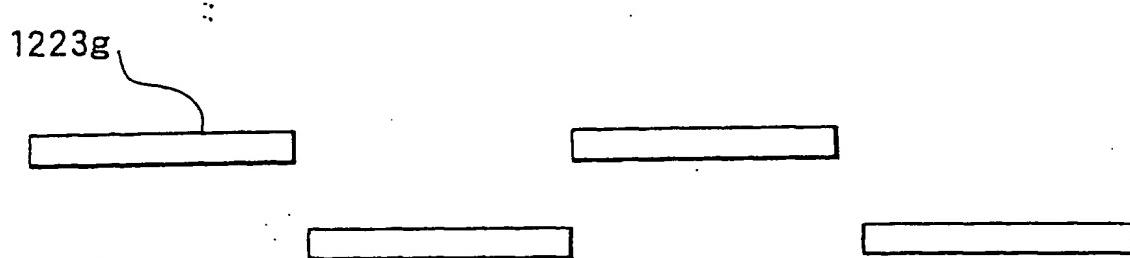
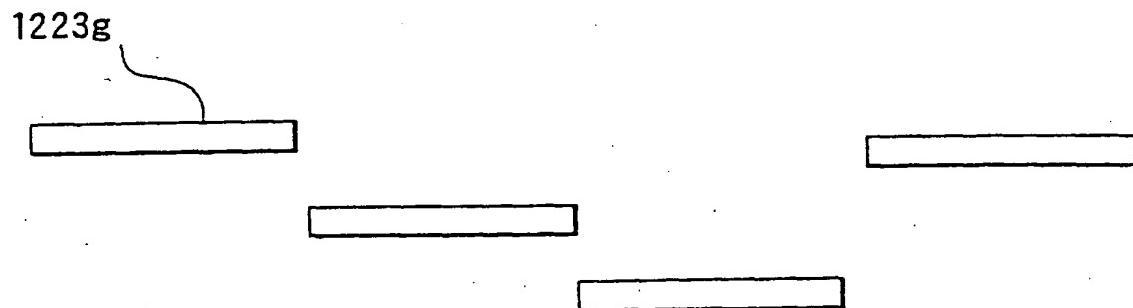


FIG. 25



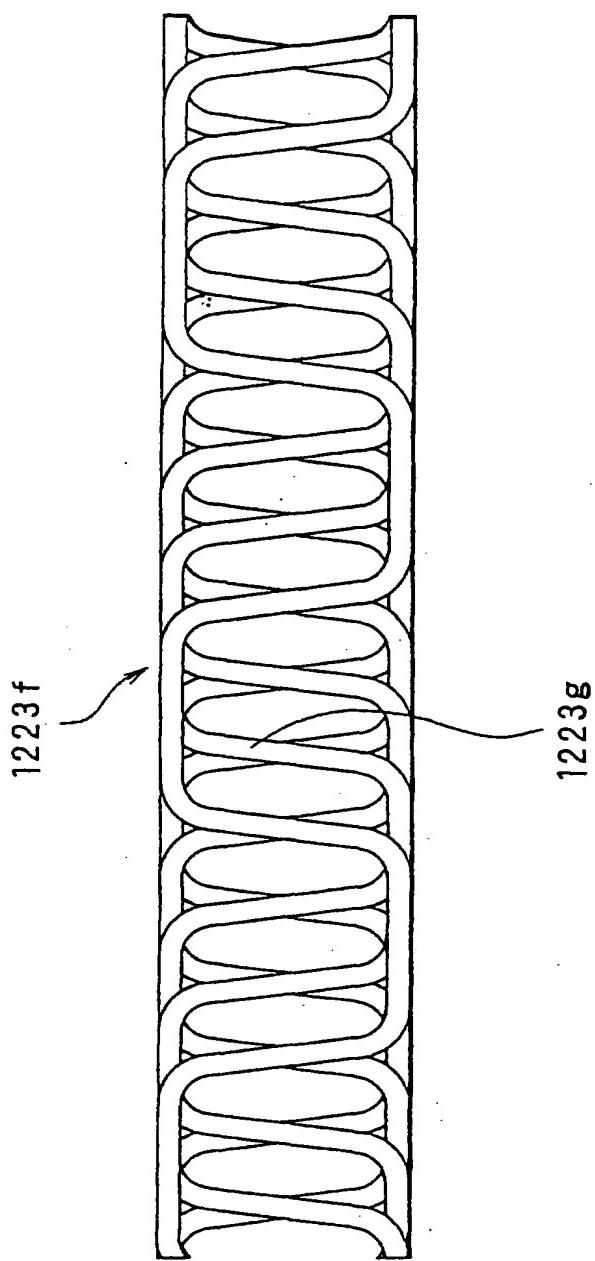


FIG. 26

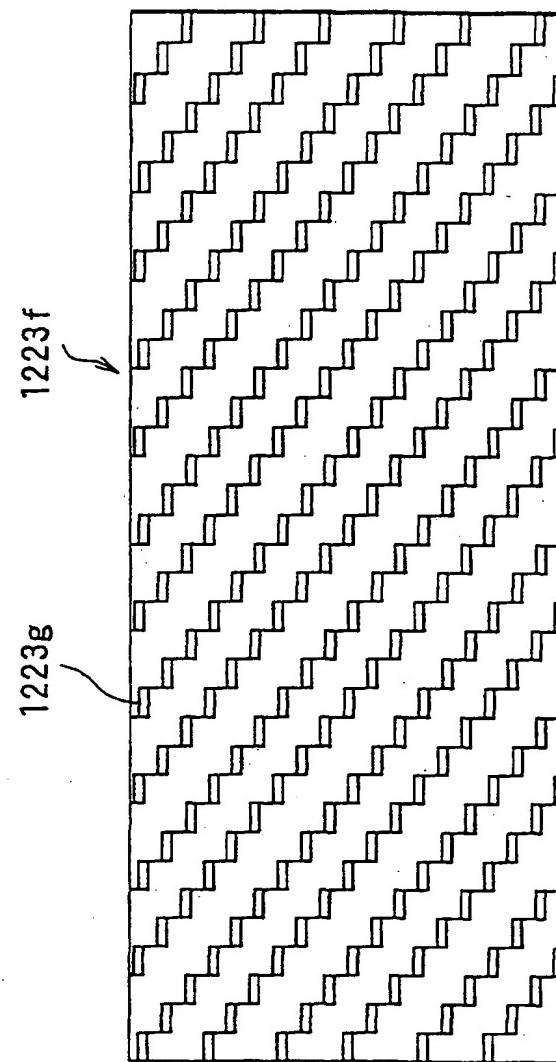


FIG. 27

FIG. 28

OBEN
↑
↓
UNTEN

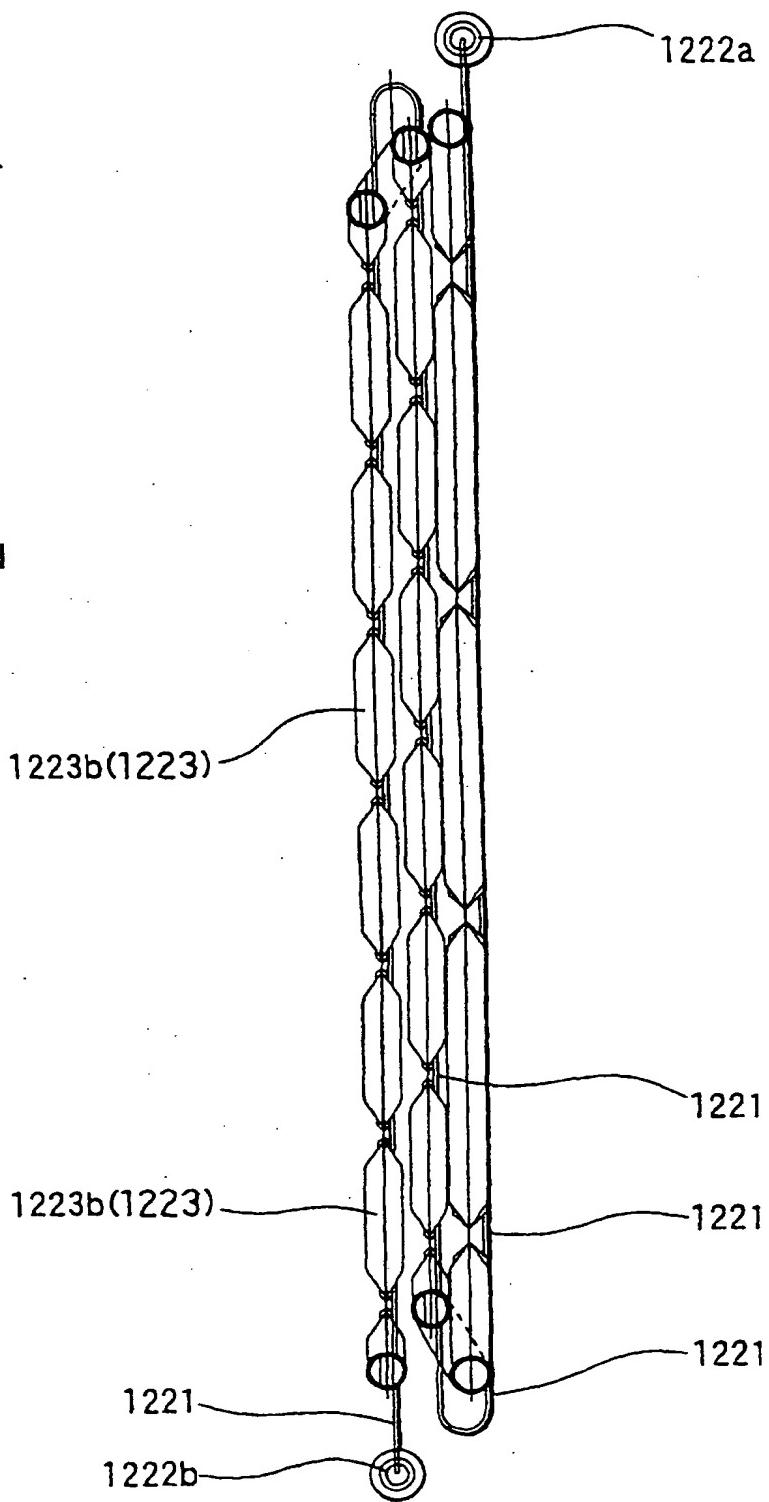


FIG. 29

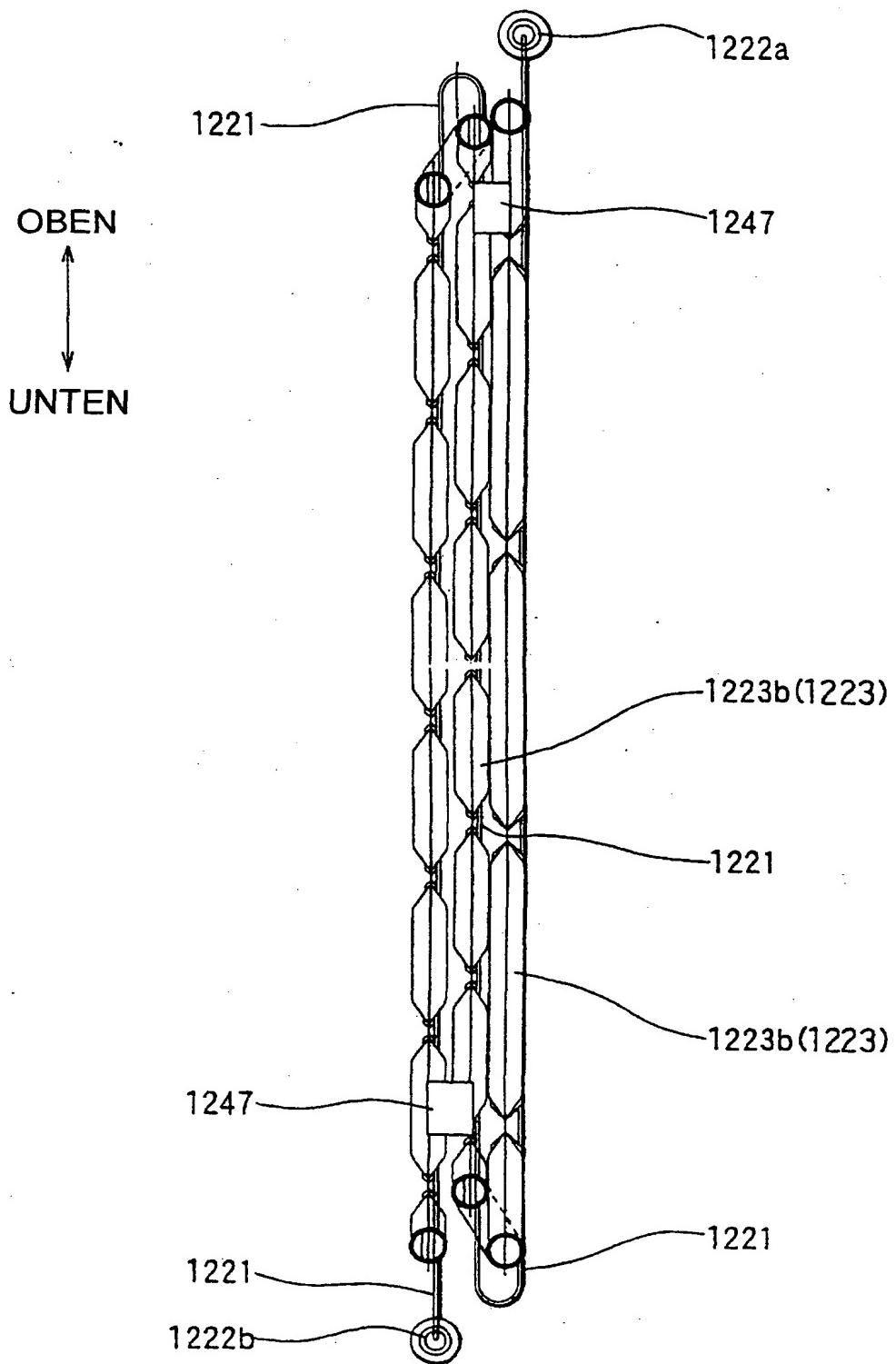


FIG. 30

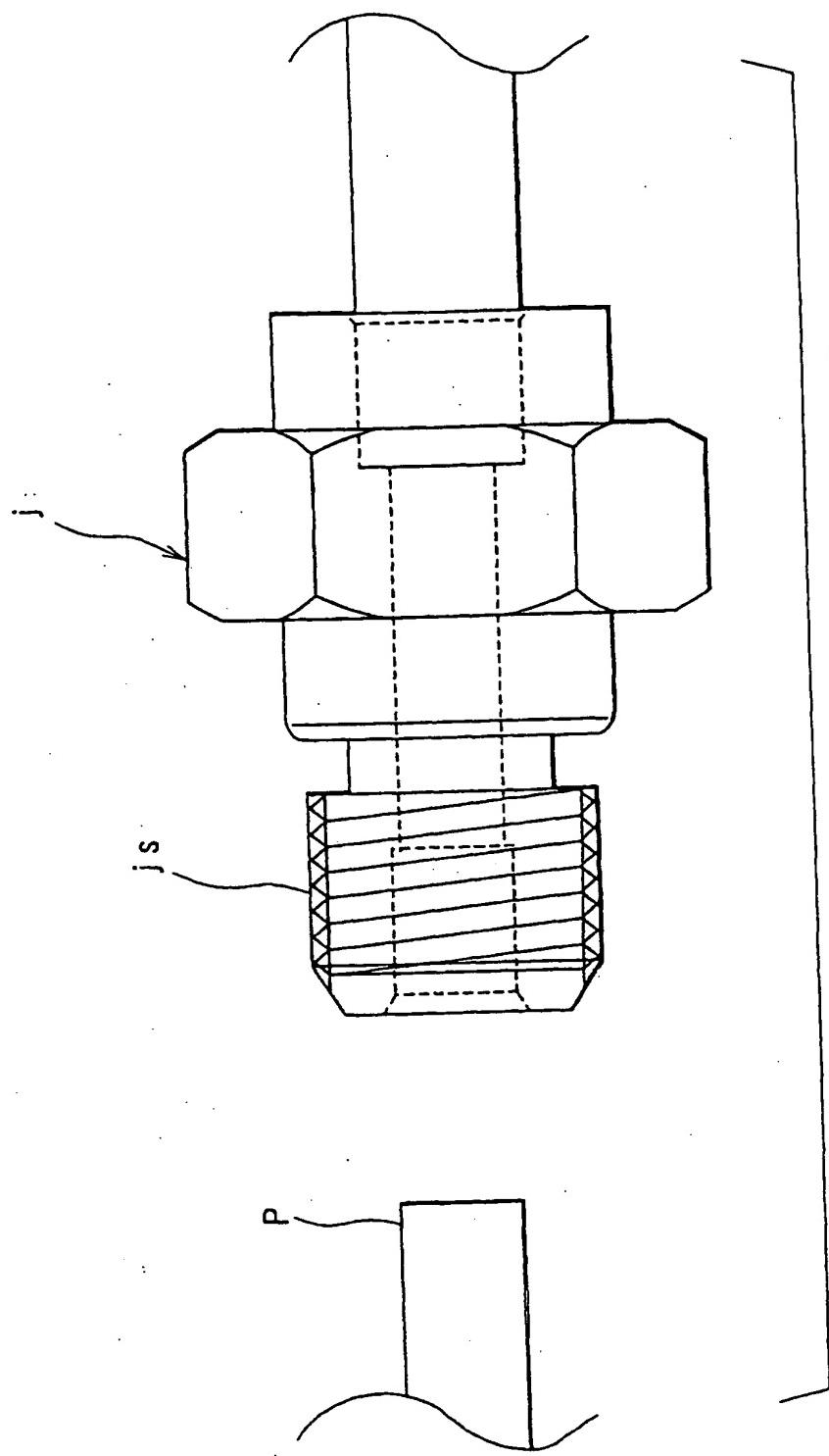


FIG. 31

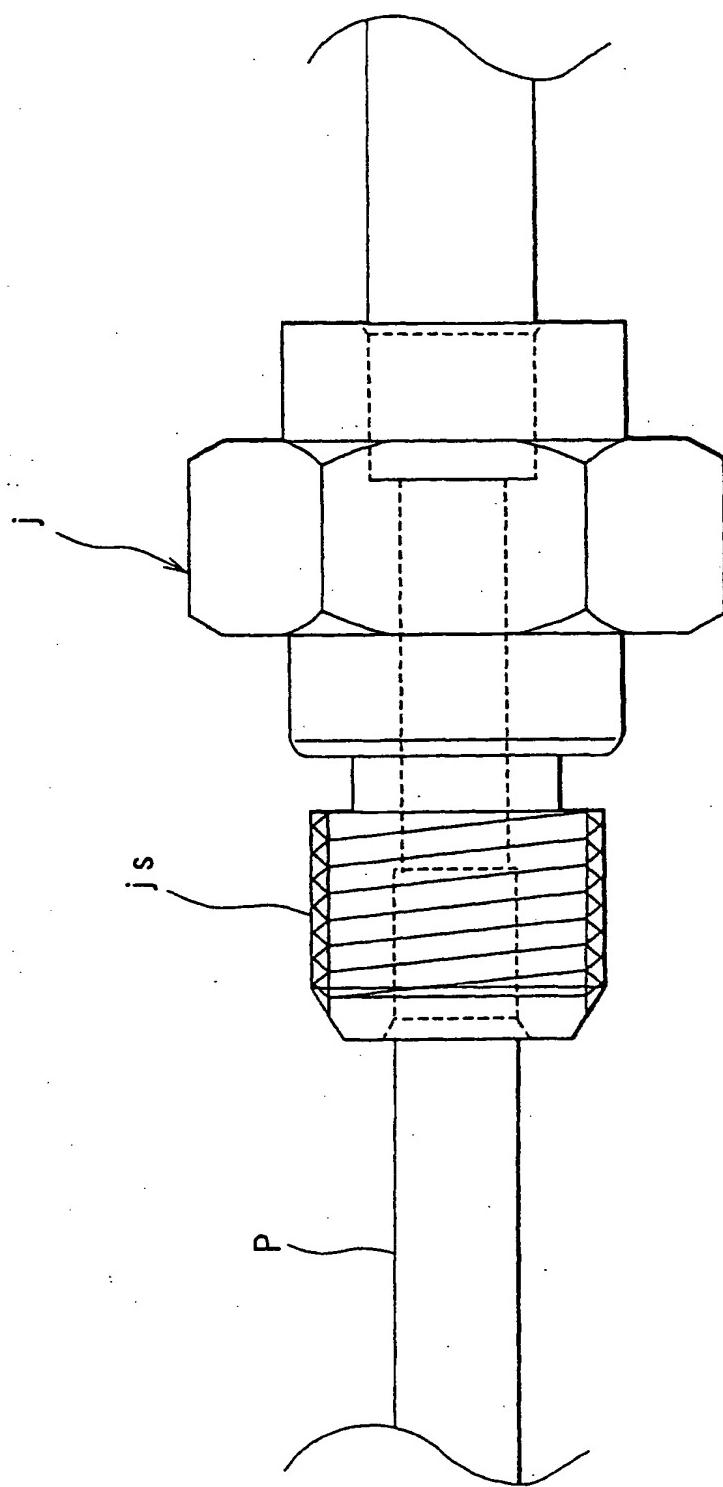


FIG. 32

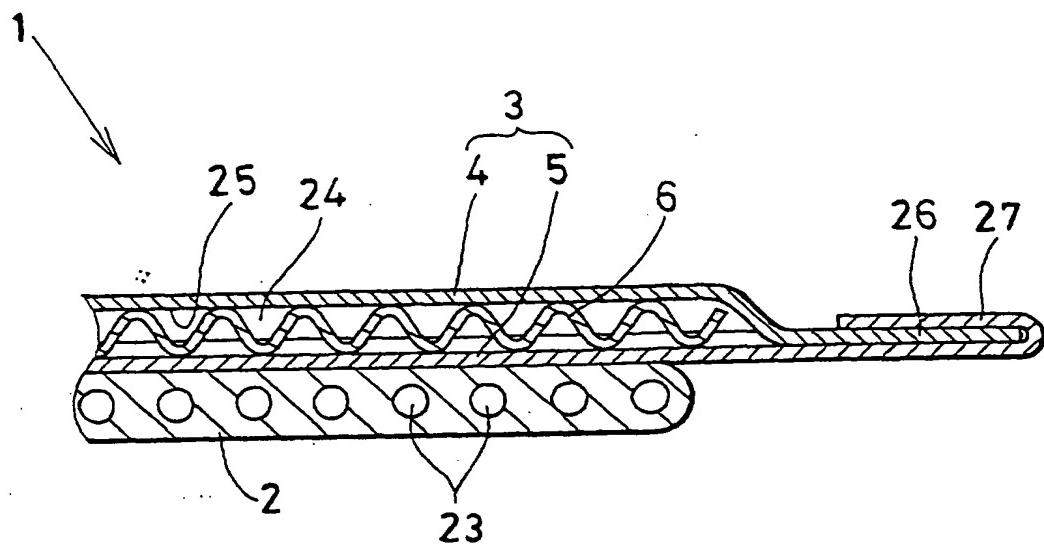


FIG. 34A

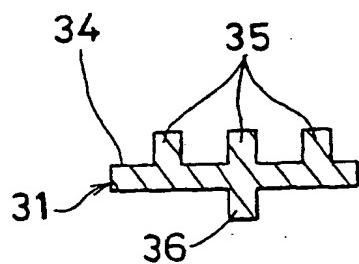


FIG. 34B

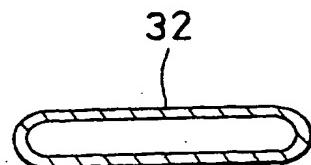


FIG. 34C

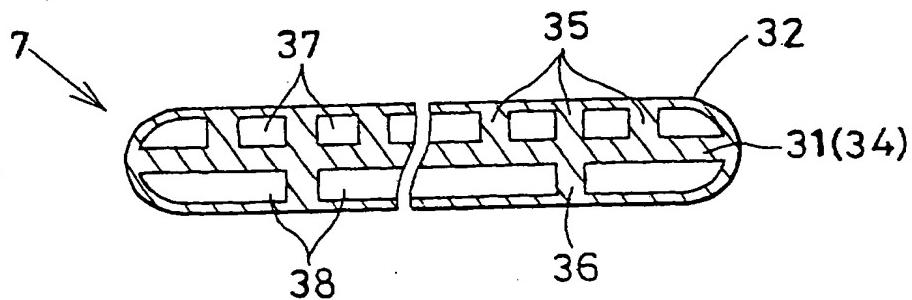


FIG. 33A

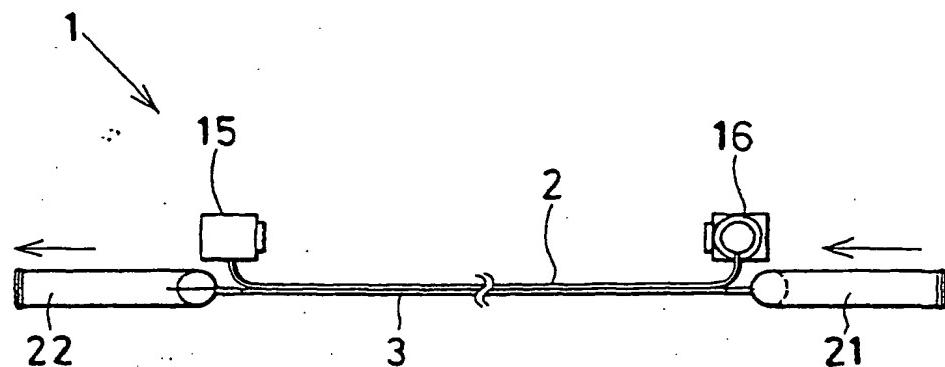


FIG. 33B

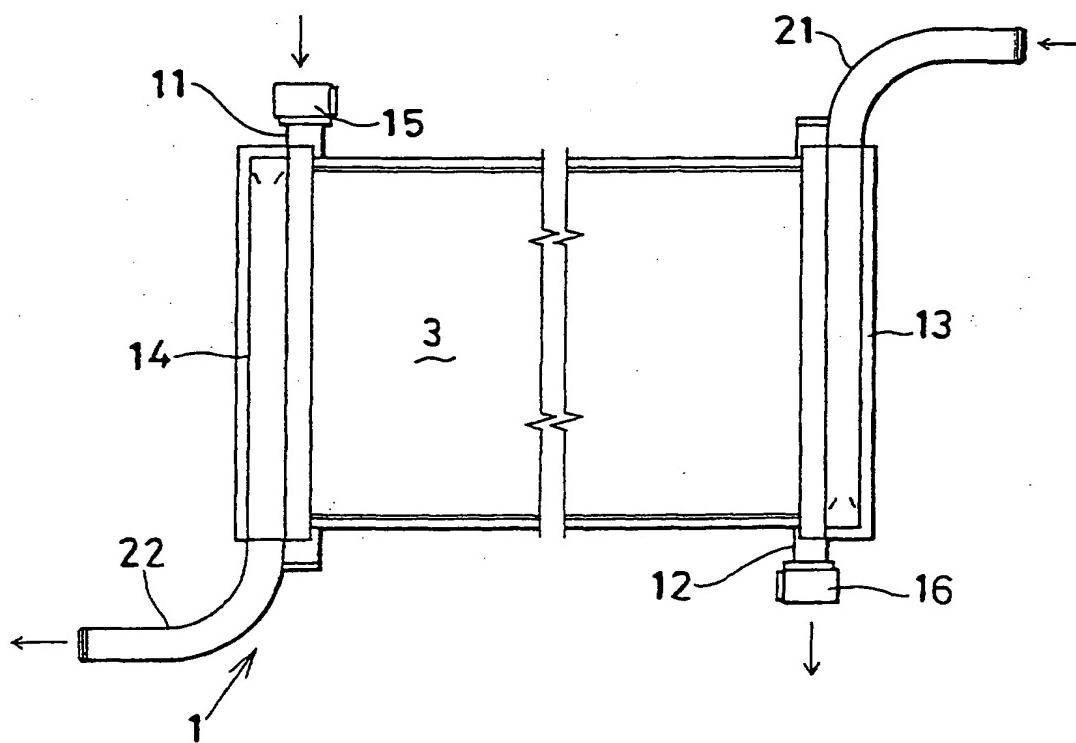


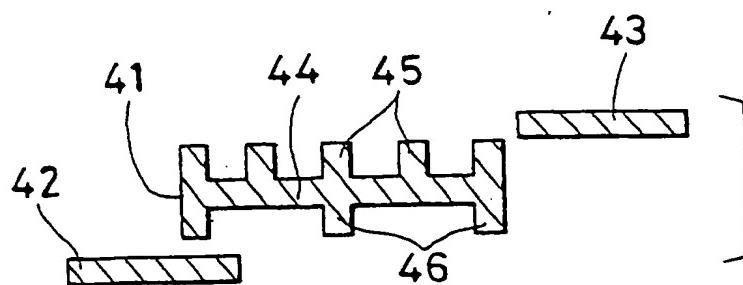
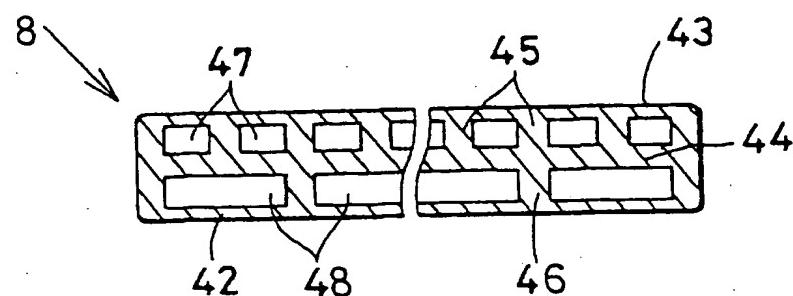
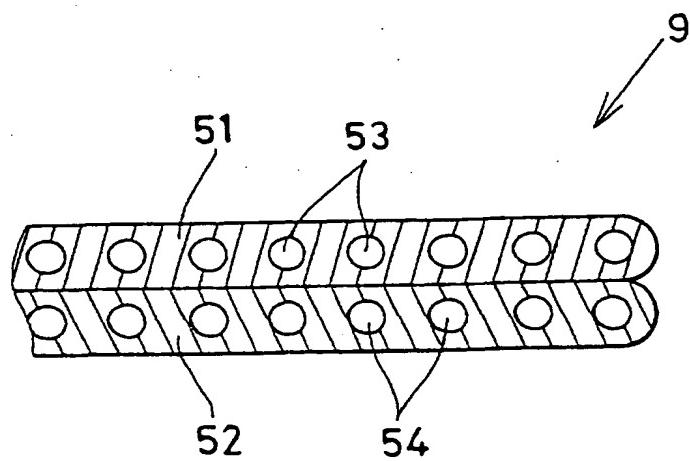
FIG. 35A**FIG. 35B****FIG. 36**

FIG. 37A

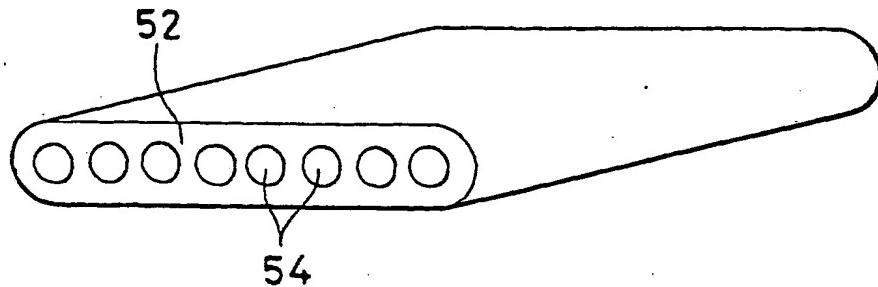


FIG. 37B

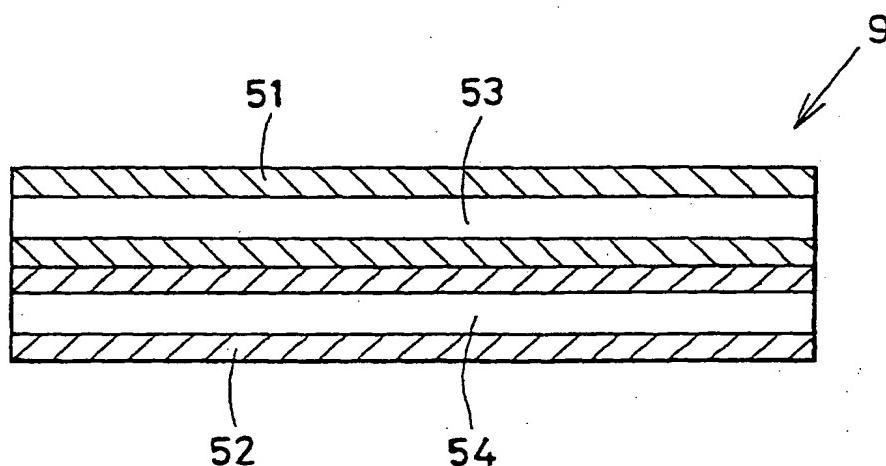


FIG. 38A

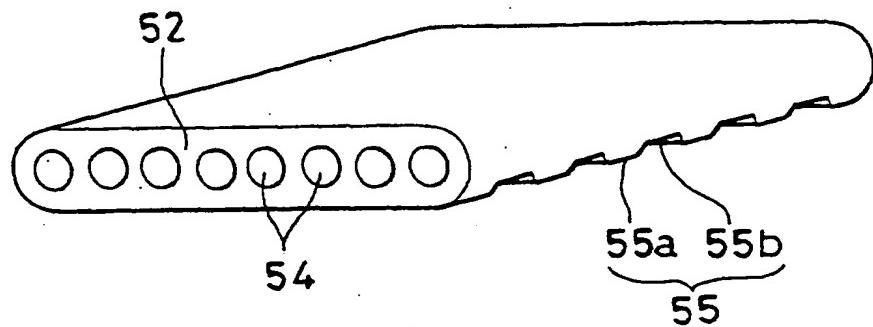


FIG. 38B

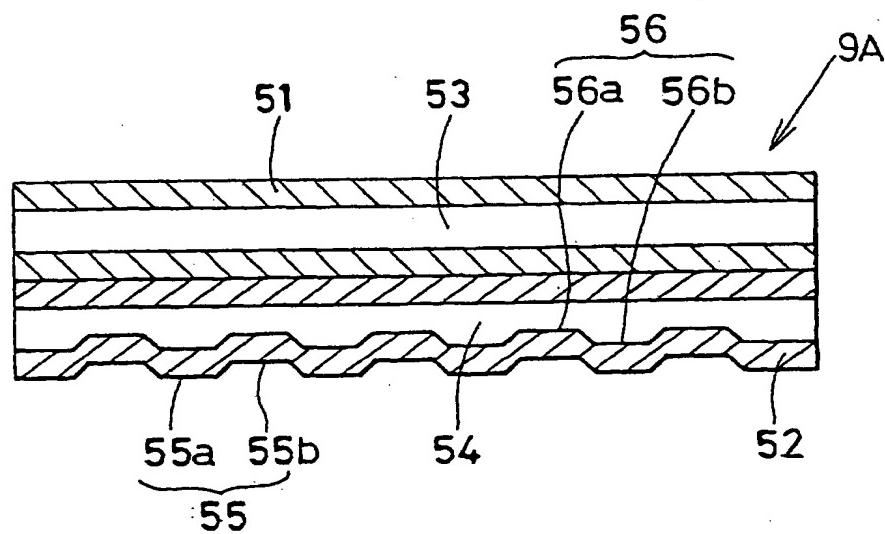


FIG. 39A

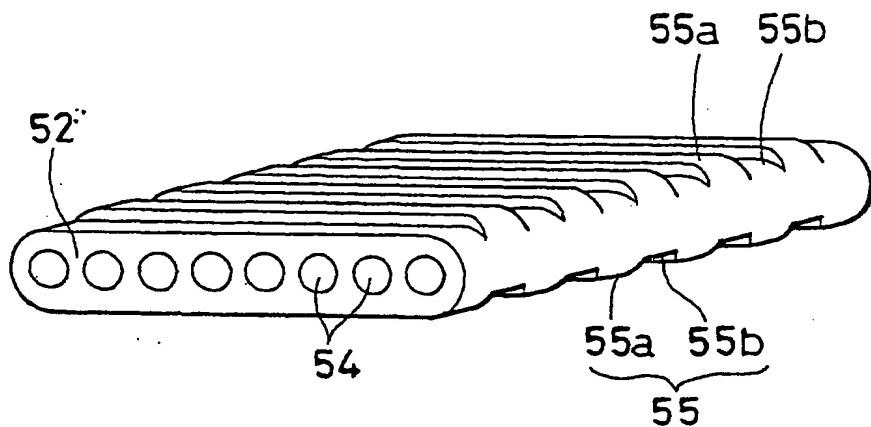


FIG. 39B

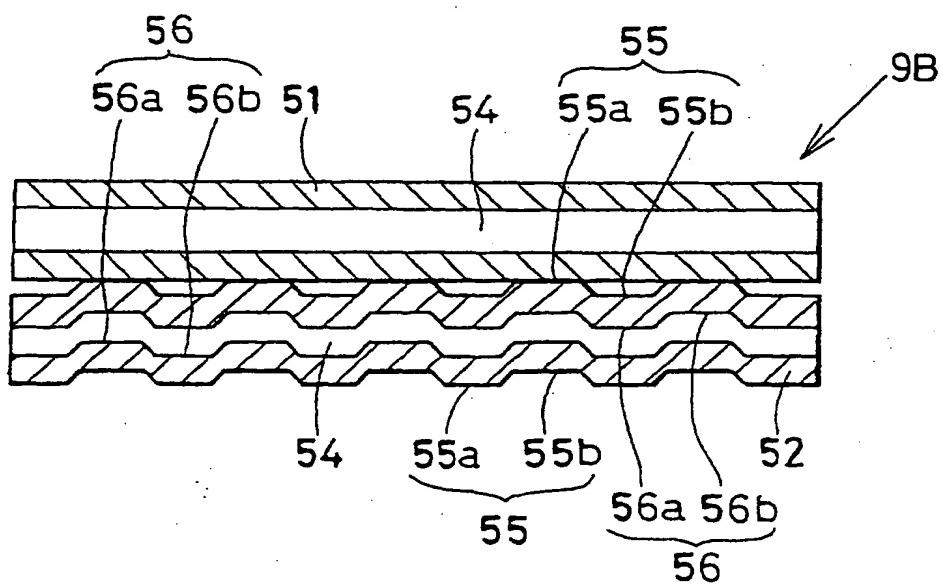


FIG. 40

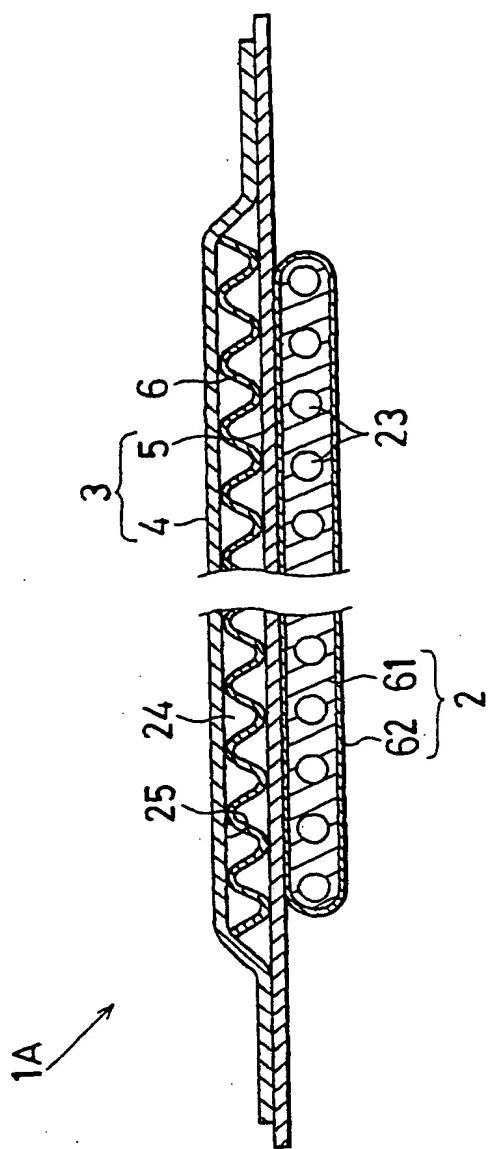


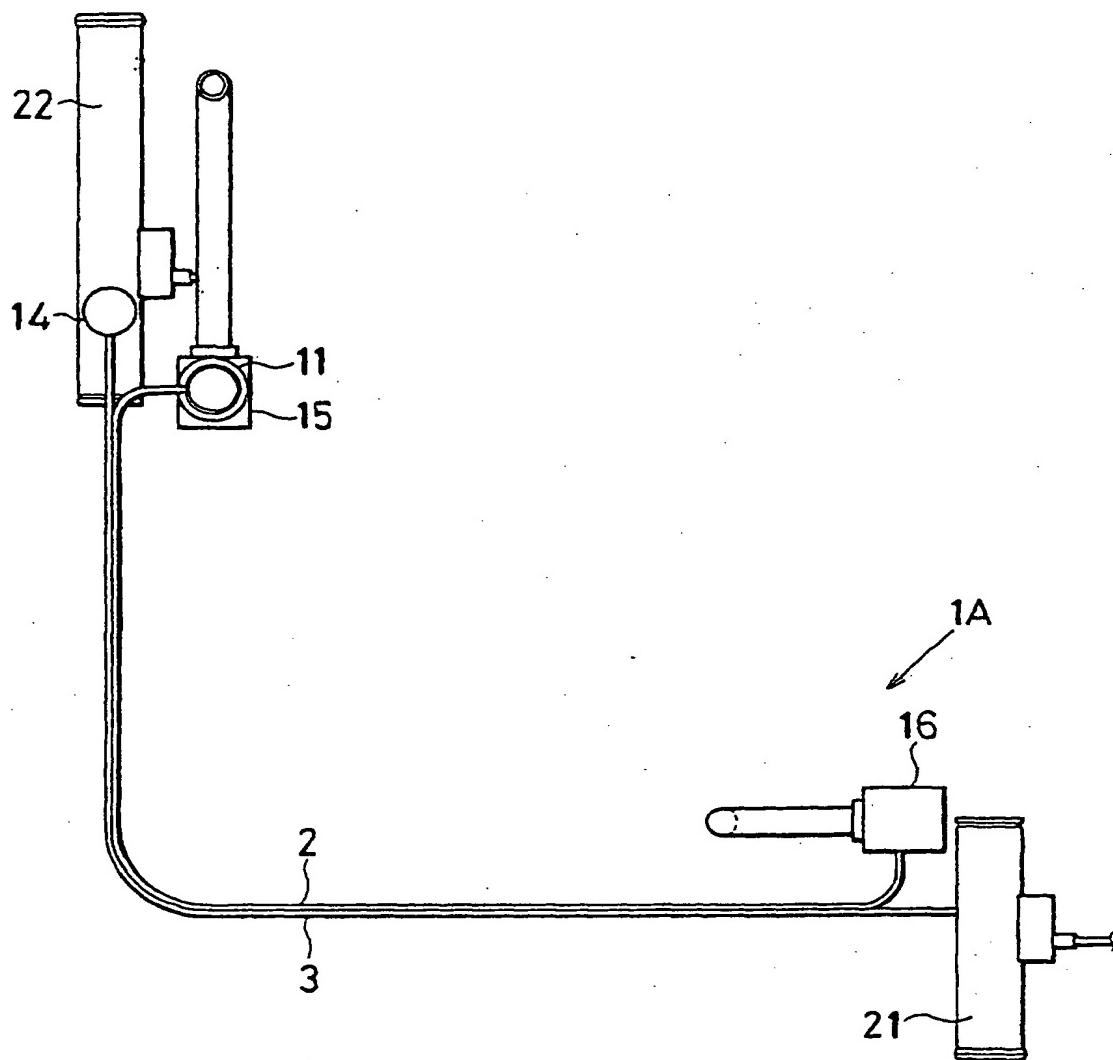
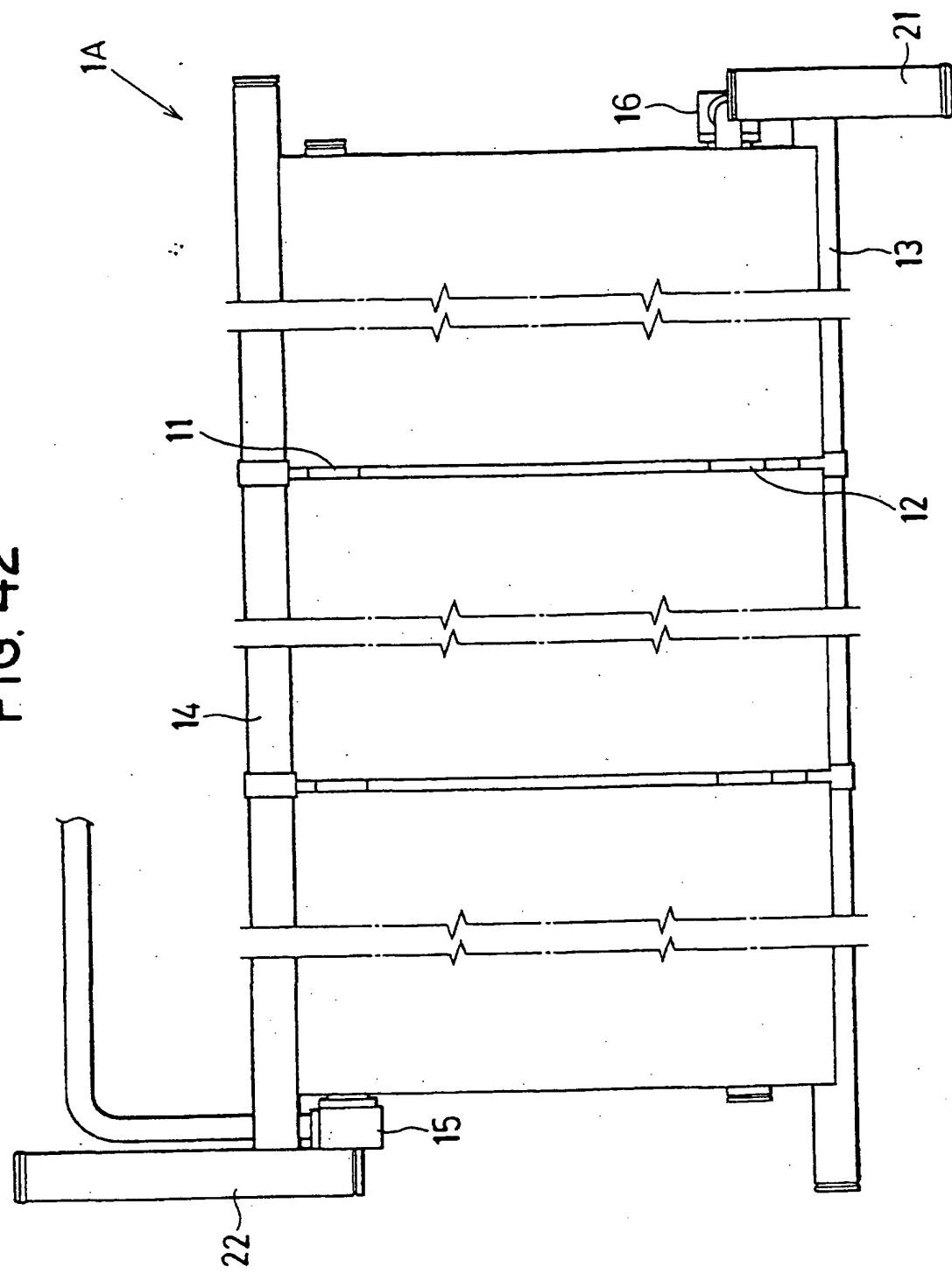
FIG. 4I

FIG. 42



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 43

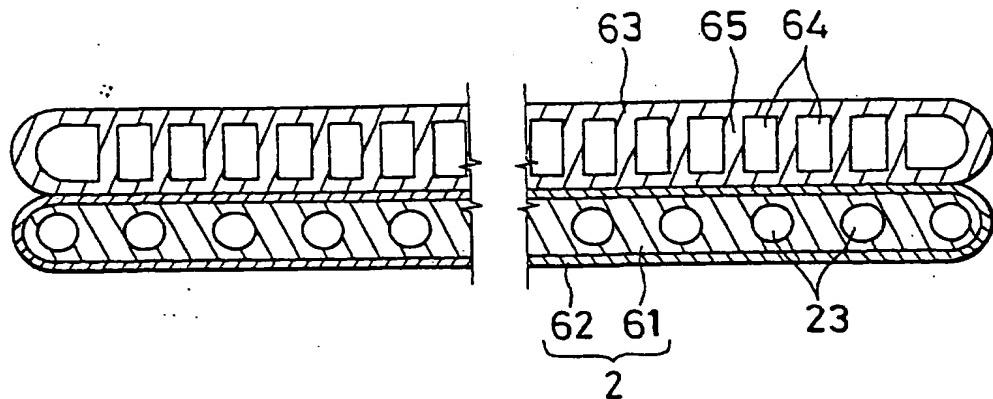
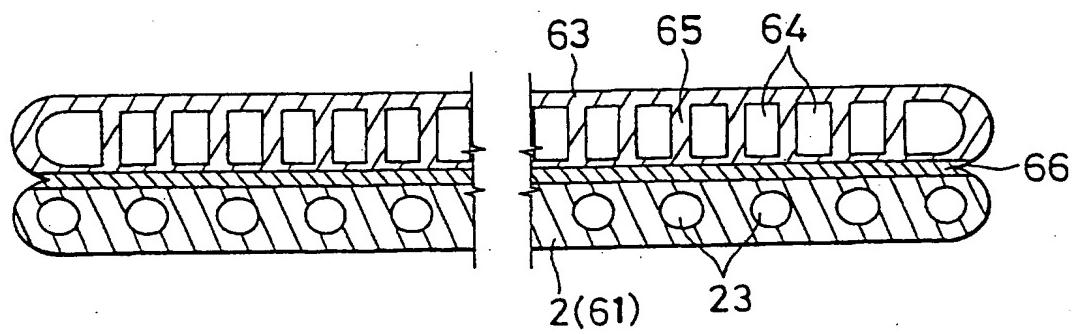


FIG. 44



THIS PAGE BLANK (USPTO)